

Министерство образования и науки Самарской области



ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОЛЛЕДЖ»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

МДК 01.01 Технологические процессы изготовления деталей машин

Специальность: 151901 Технология машиностроения

МДК 04.01 Технологические процессы изготовления деталей машин

Специальность: 051001 Профессиональное обучение (по отраслям)

Специализация: 151901 Технология машиностроения

ДЛЯ СТУДЕНТОВ ОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Самара, 2014 г.

Составитель: Алябьева Наталья Владимировна, преподаватель ГБОУ СПО «Поволжский государственный колледж».

Рецензенты:

Зацепина М.Ю., председатель ПЦМК производства и технического сервиса ГБОУ СПО «ПГК»;

Гисматуллина Л.Н., методист ГБОУ СПО «ПГК».

Методические рекомендации по выполнению курсового проекта являются частью учебно-методического комплекса (УМК) по профессиональному модулю *ПМ.01 Разработка технологических процессов изготовления деталей машин* для специальности *151901 Технология машиностроения* и *ПМ.04 Участие в организации технологического процесса* для специальности *051001 Профессиональное обучение (по отраслям), специализации 151901 Технология машиностроения*.

Методические рекомендации определяют цели, задачи, порядок выполнения, а также содержат требования к лингвистическому и техническому оформлению курсового проекта, практические советы по подготовке и прохождению процедуры защиты.

Методические рекомендации адресованы студентам очной формы обучения.

ВВЕДЕНИЕ

Уважаемый студент!

Курсовой проект по профессиональному модулю *ПМ.01 Разработка технологических процессов изготовления деталей машин (МДК 01.01)* и *ПМ.04 Участие в организации технологического процесса (МДК 04.01)* является одним из основных видов учебных занятий и формой контроля Вашей учебной работы.

Курсовой проект – это творческая деятельность студента по изучаемому профессиональному модулю практического характера.

Выполнение курсового проекта направлено на приобретение Вами практического опыта по систематизации полученных знаний и практических умений, формированию профессиональных (ПК) и общих компетенций (ОК).

Выполнение курсового проекта осуществляется под руководством преподавателя профессионального модуля *ПМ. 01 Разработка технологических процессов изготовления деталей машин (МДК 01.01)* и *ПМ. 04 Участие в организации технологического процесса (МДК 04.01)*. Результатом данной работы должен стать курсовой проект, выполненный и оформленный в соответствии с установленными требованиями. Курсовой проект подлежит обязательной защите.

Настоящие методические рекомендации (МР) определяют цели и задачи, порядок выполнения, содержат требования к лингвистическому и техническому оформлению курсового проекта и практические советы по подготовке и прохождению процедуры защиты.

Подробное изучение рекомендаций и следование им позволит Вам избежать ошибок, сократит время и поможет качественно выполнить курсовой проект.

Обращаем Ваше внимание, что если Вы получите неудовлетворительную оценку по курсовому проекту, то не будете допущены к квалификационному экзамену по профессиональному модулю.

Вместе с тем внимательное изучение рекомендаций, следование им и своевременное консультирование у Вашего руководителя поможет Вам без проблем подготовить, защитить курсовой проект и получить положительную оценку.

Консультации по выполнению курсового проекта проводятся как в рамках учебных часов в ходе изучения профессионального модуля *ПМ. 01 Разработка технологических процессов изготовления деталей машин (МДК 01.01)* и *ПМ.04 Участие в организации технологического процесса (МДК 04.01)*, так и по индивидуальному графику.

Разработка технологических процессов изготовления деталей машин является одним из наиболее ответственных этапов технологической подготовки производства. Технологический процесс должен обеспечивать высокую производительность труда и требуемое качество изделий при минимальных затратах материальных средств на их изготовление.

Задачей данного методического пособия является помощь студентам машиностроительных специальностей в работе над курсовым проектом по профессиональному модулю *ПМ.01 Разработка технологических процессов изготовления деталей машин (МДК 01.01)* и *ПМ.04 Участие в организации технологического процесса (МДК 04.01)*. В пособии излагаются основные требования к тематике, организации и содержанию курсового проекта, приводятся подробные методические указания к выполнению отдельных разделов проекта. Содержащиеся в пособии сведения позволяют оценить технологичность конструкций деталей, определить тип производства, проектировать технологические процессы. Методические положения изложены с учетом требований стандартов ЕСТД, ЕСКД и ЕСТПП.

Желаем Вам успехов!

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Выполнение курсового проекта рассматривается как вид учебной работы по профессиональному модулю профессионального цикла и реализуется в пределах времени, отведенного на его изучение.

1.1 Цель курсового проектирования

Выполнение студентом курсового проекта по профессиональному модулю *ПМ.01 Разработка технологических процессов изготовления деталей машин (МДК 01.01)* и *ПМ.04 Участие в организации технологического процесса (МДК 04.01)* проводится с целью:

1. Формирования умений:
 - систематизировать полученные знания и практические умения по ПМ;
 - проектировать производственные процессы или их элементы;
 - осуществлять поиск, обобщать, анализировать необходимую информацию;
 - разрабатывать мероприятия для решения поставленных в курсовом проекте задач.

2. Формирования профессиональных компетенций:

Таблица 1

Название ПК	Основные показатели оценки результата (ПК)
<i>ПМ.01 Разработка технологических процессов изготовления деталей машин (МДК 01.01)</i> <i>специальность 151901 Технология машиностроения</i>	
ПК 1.1	Использовать конструкторскую документацию при разработке технологических процессов изготовления деталей.
ПК 1.2	Выбирать метод получения заготовок и схемы их базирования.
ПК 1.3	Составлять маршруты изготовления деталей и проектировать технологические операции.
<i>ПМ.04 Участие в организации технологического процесса (МДК 04.01)</i> <i>специальность 051001 Профессиональное обучение (по отраслям), специализации 151901 Технология машиностроения</i>	
ПК 4.2	Участвовать в разработке и внедрении технологических процессов.
ПК 4.3	Разрабатывать и оформлять техническую и технологическую документацию.

3. Формирования общих компетенций по специальности:

Таблица 2

Название ОК	Основные показатели оценки результата (ОК)
<i>ПМ.01 Разработка технологических процессов изготовления деталей машин (МДК 01.01)</i> <i>специальность 151901 Технология машиностроения</i>	
ОК 1	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.
ОК 2	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ОК 3	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
ОК 4	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК 5	Использовать информационно - коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 8	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.
ОК 9	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.
<i>ПМ.04 Участие в организации технологического процесса (МДК 04.01) специальность 051001 Профессиональное обучение (по отраслям), специализации 151901 Технология машиностроения</i>	
ОК 1	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.
ОК 2	Организовывать собственную деятельность, определять методы решения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ОК 3	Оценивать риски и принимать решения в нестандартных ситуациях.
ОК 4	Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК 5	Использовать информационно-коммуникационные технологии для совершенствования профессиональной деятельности.
ОК 6	Работать в коллективе и команде, взаимодействовать с руководством, коллегами и социальными партнерами.
ОК 9	Осуществлять профессиональную деятельность в условиях обновления ее целей, содержания, смены технологий.
ОК 10	Осуществлять профилактику травматизма, обеспечивать охрану жизни и здоровья обучающихся.

1.2 Задачи курсового проектирования

Задачи курсового проектирования:

- поиск, обобщение, анализ необходимой информации;
- анализ служебного назначения узлов и деталей машин, рабочих чертежей, технических требований и разработки технологического чертежа;
- оценка технологичности деталей и сборочных единиц;
- выбор методов получения заготовок на основе технико-экономического анализа;
- выбор технологических баз, схем базирования заготовок и установки;
- формирование структуры технологического процесса, разработка маршрута обработки, построение операций, составление технологической документации;
- выполнение расчётов режимов резания, техническое нормирование технологических операций и технико-экономический анализ вариантов операций;
- выбор технологической оснастки, режущего инструмента и средств контроля, необходимых для реализации перспективного технологического процесса;
- совершенствование умений пользоваться технической литературой, справочными материалами, ГОСТами ЕСКД и ЕСТПП;
- разработка материалов в соответствии с заданием на курсовое проектирование;
- оформление курсового проекта в соответствии с заданными требованиями;
- выполнение графической части курсового проекта;
- подготовка и защита курсового проекта.

Курсовой проект профессионального модуля *ПМ. 01 Разработка технологических процессов изготовления деталей машин (МДК 01.01)* и *ПМ.04 Участие в организации технологического процесса (МДК 04.01)* является основополагающим документом в подготовке студента к выполнению выпускной квалификационной работы.

2 СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

По содержанию курсовой проект носит технологический характер. По структуре курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка курсового проекта технологического характера включает в себя:

- титульный лист;
- задание;
- содержание;
- аннотацию с кратким содержанием работ, выполненных в курсовом проекте;
- введение, в котором раскрывается актуальность и значение темы, формулируется цель;
- описание узла или детали, на который/которую разрабатывается технологический процесс;
- заключение, в котором содержатся выводы и рекомендации относительно возможностей использования материалов работы;
- список источников и литературы;
- приложения.

К пояснительной записке прилагается отзыв руководителя курсового проектирования.

Объем пояснительной записки курсового проекта должен быть не менее 25 страниц печатного текста, объем графической части - 1,0 – 2,0 листа.

При выполнении инновационных или реальных курсовых проектов структура и содержание технологической части могут изменяться преподавателем, исходя из поставленных перед студентом задач.

3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

3.1 Выбор темы

Распределение и закрепление тем производит преподаватель. При закреплении темы соблюдается принцип: одна тема – один студент (Приложение 39).

При закреплении темы Вы имеете право выбора темы из предложенного списка. Документальное закрепление тем производится посредством внесения Вашей фамилии в утвержденный заместителем директора по учебной работе перечень тем курсовых проектов. Данный перечень тем курсовых проектов с конкретными фамилиями студентов хранится у преподавателя. Самостоятельно изменить тему Вы не можете.

3.2 Получение индивидуального задания

После выбора темы курсового проекта преподаватель выдает Вам индивидуальное задание установленной формы.

Обращаем внимание, что индивидуальное задание Вы должны получить не позднее, чем за 2 месяца до выполнения курсового проекта.

3.3 Составление плана подготовки курсового проекта

В самом начале работы очень важно вместе с руководителем составить план выполнения курсового проекта (Приложение 40). При составлении плана Вы должны вместе уточнить круг вопросов, подлежащих изучению и исследованию, структуру проекта, сроки его выполнения, определить необходимую литературу. **ОБЯЗАТЕЛЬНО** составить рабочую версию содержания курсового проекта по разделам и подразделам.

Внимание! Во избежание проблем, при подготовке курсового проекта Вам необходимо всегда перед глазами иметь:

1. Календарный план выполнения курсовой работы.
2. График индивидуальных консультаций руководителя.

Запомните: своевременное выполнение каждого этапа курсового проекта - залог Вашей успешной защиты и гарантия допуска к квалификационному экзамену по профессиональному модулю *ПМ. 01 Разработка технологических процессов изготовления деталей машин (МДК 01.01)* и *ПМ.04 Участие в организации технологического процесса (МДК 04.01)*.

3.4 Подбор, изучение, анализ и обобщение материалов по выбранной теме

Прежде чем приступить к разработке содержания курсового проекта, очень важно изучить различные источники (законы, ГОСТы, ресурсы Интернет, учебные издания и др.) по заданной теме.

Процесс изучения учебной, научной, нормативной, технической и другой литературы требует внимательного и обстоятельного осмысления, конспектирования основных положений, кратких тезисов, необходимых фактов, цитат, что в результате превращается в обзор соответствующей книги, статьи или других публикаций.

От качества Вашей работы на данном этапе зависит качество работы по факту её завершения.

Внимание! При изучении различных источников очень важно все их фиксировать сразу. В дальнейшем данные источники войдут у Вас в список источников и литературы.

Практический совет: надо создать в своем компьютере файл «Литература по КП» и постепенно туда вписывать исходные данные любого источника, который Вы изучали по теме курсового проекта. Чтобы не делать работу несколько раз, внимательно изучите требования к составлению списка источников и литературы (Приложение 45).

Результат этого этапа курсового проекта – сформированное понимание предмета исследования, логически выстроенная система знаний сущности самого содержания и структуры исследуемой проблемы.

Итогом данного проекта может стать необходимость отойти от первоначального плана, что, естественно, может не только изменить и уточнить структуру, но качественно обогатить содержание курсового проекта.

3.5 Разработка содержания курсового проекта

Курсовой проект имеет ряд структурных элементов: введение, теоретическая часть, практическая часть, заключение.

3.5.1 Разработка введения

Во-первых, во введении следует обосновать актуальность избранной темы курсового проекта, раскрыть ее теоретическую и практическую значимость, сформулировать цели и задачи проекта (Приложение 41).

Во-вторых, во введении, а также в той части проекта, где рассматривается теоретический аспект данной проблемы, автор должен дать, хотя бы кратко, обзор литературы, изданной по этой теме.

Введение должно подготовить читателя к восприятию основного текста проекта. Оно состоит из обязательных элементов, которые необходимо правильно сформулировать. В первом предложении называется тема курсового проекта.

Актуальность исследования (почему это следует изучать?) Актуальность исследования рассматривается с позиций социальной и практической значимости. В данном пункте необходимо раскрыть суть исследуемой проблемы и показать степень ее проработанности в проектировании технологических процессов. Здесь же можно перечислить источники информации, используемые для исследования. (Информационная база исследования может быть вынесена в первую главу).

Цель исследования (какой результат будет получен?) Цель должна заключаться в решении исследуемой проблемы путем ее анализа и практической реализации. Цель всегда направлена на объект.

Проблема исследования (что следует изучать?) Проблема исследования показывает осложнение, нерешенную задачу или факторы, мешающие её решению. Определяется 1 - 2 терминами.

Объект исследования (что будет исследоваться?). Объект предполагает работу с понятиями. В данном пункте дается определение экономическому явлению, на которое направлена исследовательская деятельность. Объектом может быть личность, среда, процесс, структура, хозяйственная деятельность предприятия (организации).

Предмет исследования (как, через что будет идти поиск?) Здесь необходимо дать определение планируемым к исследованию конкретным свойствам объекта или способам изучения экономического явления. Предмет исследования направлен на практическую деятельность и отражается через результаты этих действий.

Гипотеза исследования (что не очевидно в исследовании?).

Возможная структура гипотезы:

- утверждение значимости проблемы.
- догадка (свое мнение) «Вместе с тем...».
- предположение «Можно...».
- доказательство «Если...».

Задачи исследования (как идти к результату?), пути достижения цели. Задачи соотносятся с гипотезой. Определяются они, исходя из целей работы. Формулировки задач необходимо делать как можно более тщательно, поскольку описание их решения должно составить содержание глав и параграфов работы. Как правило, формулируются 3 - 4 задачи.

Методы исследования (как исследовали?): дается краткое перечисление методов исследования через запятую без обоснования.

Теоретическая и практическая значимость исследования (что нового, ценного дало исследование?).

Теоретическая значимость исследования не носит обязательного характера. Наличие сформулированных направлений реализации полученных выводов и предложений придает работе большую практическую значимость.

При написании можно использовать следующие фразы: результаты исследования позволят осуществить...; будут способствовать разработке...; позволят совершенствовать....

Структура работы – это завершающая часть введения (что в итоге в проекте представлено).

В завершающей части в назывном порядке перечисляются структурные части проекта, например: «Структура работы соответствует логике исследования и включает в себя введение, теоретическую часть, практическую часть, заключение, список литературы, 5 приложений».

Здесь допустимо дать развернутую структуру курсового проекта и кратко изложить содержание глав. (Чаще содержание глав курсового проекта излагается в заключении).

Таким образом, введение должно подготовить к восприятию основного текста работы.

Краткие комментарии по формулированию элементов введения представлены в таблице 3.

Комментарии по формулированию элементов введения

Таблица 3

Элемент введения	Комментарий к формулировке
Актуальность темы	<i>Почему это следует изучать?</i> Раскрыть суть исследуемой проблемы и показать степень ее проработанности.
Цель исследования	<i>Какой результат будет получен?</i> Должна заключаться в решении исследуемой проблемы путем ее анализа и практической реализации.
Объект исследования	<i>Что будет исследоваться?</i> Дать определение явлению или проблеме, на которое направлена исследовательская деятельность.
Предмет исследования	<i>Как и через что будет идти поиск?</i> Дать определение планируемому к исследованию конкретным свойствам объекта или способам изучения явления или проблемы.
Гипотеза исследования	<i>Что неочевидно в исследовании?</i> Утверждение значимости проблемы, предположение, доказательство возможного варианта решения проблемы.
Задачи работы	<i>Как идти к результату?</i> Определяются исходя из целей работы и в развитие поставленных целей. Формулировки задач необходимо делать как можно более тщательно, поскольку описание их решения должно составить содержание глав и параграфов работы. Рекомендуется сформулировать 3 – 4 задачи.
Методы исследования	<i>Как изучали?</i> Краткое перечисление методов через запятую без обоснования.
Теоретическая и практическая значимость исследования	<i>Что нового, ценного дало исследование?</i> Формулировка теоретической и практической значимости не носит обязательного характера. Наличие сформулированных направлений реализации полученных выводов и предложений придает работе большую практическую значимость.
Структура работы (завершающая часть введения)	<i>Что в итоге в работе/проекте представлено.</i> Краткое изложение перечня и/или содержания глав работы/проекта.

3.5.2 Разработка основной части курсового проекта

При разработке должны решаться практические инженерные задачи, с тем, чтобы результаты работы над проектом по возможности полностью или частично могли быть использованы студентом при выполнении ВКР.

3.5.2.1 Аннотация. Создание аннотации диктуется необходимостью автоматизированного поиска в базе данных предприятия технологических разработок – аналогов, выполненных ранее.

Общие требования к аннотации изложены в ГОСТ 7.9-77

Краткая характеристика курсового проекта, его социально-функционального назначения, формы и других особенностей.

Объем аннотации 0,5 – 0,8 страницы.

3.5.2.2 Описание детали. В этом подразделе определяется описание детали, которое выполняется по рабочему чертежу детали и служит для лучшего усвоения конструкции детали. Краткое первоначальное описание детали по основным конструкторским элементам можно получить путем

декодирования конструкторского кода детали. Приводится практическое описание ее работы, указываются наиболее точные поверхности или конструктивные элементы, анализируется правильность выбора материала конструктором и твёрдость поверхностей детали, выданной в качестве объекта курсового проектирования.

3.5.2.3 Материал детали и его свойства. В этом подразделе следует привести данные о материале детали: по химическому составу, механическим свойствам (в зависимости от термической обработки). Данные свести в таблицы 4 и 5.

Например: сталь 40Х ГОСТ 4543-71

Это сталь конструкционная углеродистая качественная.

Химический состав, % (ГОСТ 4543-71)

Таблица 4

C	Si	Mn	Cr	Ni	P	Cu	S
				не более			
0,36 – 0,44	0,17 – 0,37	0,50 – 0,80	0,8-1.1	0,3	0,035	0,3	0,035

Механические свойства материала (ГОСТ 4543-71)

Таблица 5

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	σ_T	ψ	КСУ, Дж/м ²	НВ поверхности
	МПа ≤		% ≤			
40	785	980	10	45	390	217

3.5.2.4 Служебное назначение детали. В этом подразделе определяется служебное назначение детали в сборочной единице, приводится практическое описание ее работы, указываются наиболее точные поверхности или конструктивные элементы, анализируется правильность выбора материала конструктором и твёрдость поверхностей детали, выданной в качестве объекта курсового проектирования.

3.5.2.5 Анализ технологичности детали выполняется в соответствии с указаниями, изложенными в источниках [1].

Студент должен проанализировать конструкторский чертёж и определить достаточность числа проекций сечений, разрезов, оценить простановку размеров и предельных отклонений, допуски формы и расположение поверхностей, соответствие точности поверхности и шероховатости [2, табл.2; табл. П.1].

Достаточность простановки размеров определяют путём мысленного построения детали, аналогично тому, как это делает конструктор при выполнении чертежа [10].

При необходимости студент вносит изменения в конструкторский чертёж, т.е. устраняет недостатки конструкторской подготовки производства.

После анализа конструкторского чертежа и внесённых изменений студент оформляет чертёж детали, который включает в себя следующее:

- необходимое число проекций, разрезов, сечений;
- достаточность простановки размеров, предельных отклонений;
- допуски формы и расположения;
- обозначение шероховатости поверхности по ГОСТ2789-73;
- материал детали;
- твёрдость рабочих поверхностей детали, вид термической обработки;
- точность обработки свободных поверхностей.

Для специфических деталей могут быть указаны и другие технические требования (например, допустимая величина неуравновешенности масс, давление и время выдержки при контроле герметичности, вид покрытия, требования к качеству поверхностного слоя и др.).

Перед началом разработки технологического процесса студенту необходимо оформить технологический чертеж детали по примеру, изложенным в источниках [1;10]. При разработке технологического чертежа изображают деталь без размеров и производят присвоение номера каждой поверхности, подлежащей обработке, следующим образом: расстановка номеров поверхностей детали производится против часовой стрелки, начиная с крайнего правого торца.

Нумеруются все поверхности детали, как бы мала ни была их протяженность (рис. 3.1).

Методика определения технологичности детали представлена в источниках [1;15].

Основные показатели - такие, как абсолютная трудоемкость изготовления и технологическая себестоимость, рекомендуется определять после разработки технологического процесса изготовления детали. На первоначальной стадии при анализе служебного назначения детали и оценке ее технологичности необходимо использовать дополнительные показатели, такие, как масса детали, коэффициенты использования материала ($K_{им}$), точности обработки ($K_{тч}$), шероховатости ($K_{ш}$), которые определяются следующим образом:

$$K_{им} = \frac{M_D}{M_3}, \quad (1)$$

где M_D и M_3 – соответственно массы детали и заготовки, кг;

$$K_{тч} = 1 - \frac{1}{A_{CP}}, \quad (2)$$

где A_{CP} – средний квалитет точности обработки детали по всем поверхностям;

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{B_{CP}}, \quad (3)$$

где B_{CP} – среднее числовое значение параметра шероховатости всех поверхностей детали.

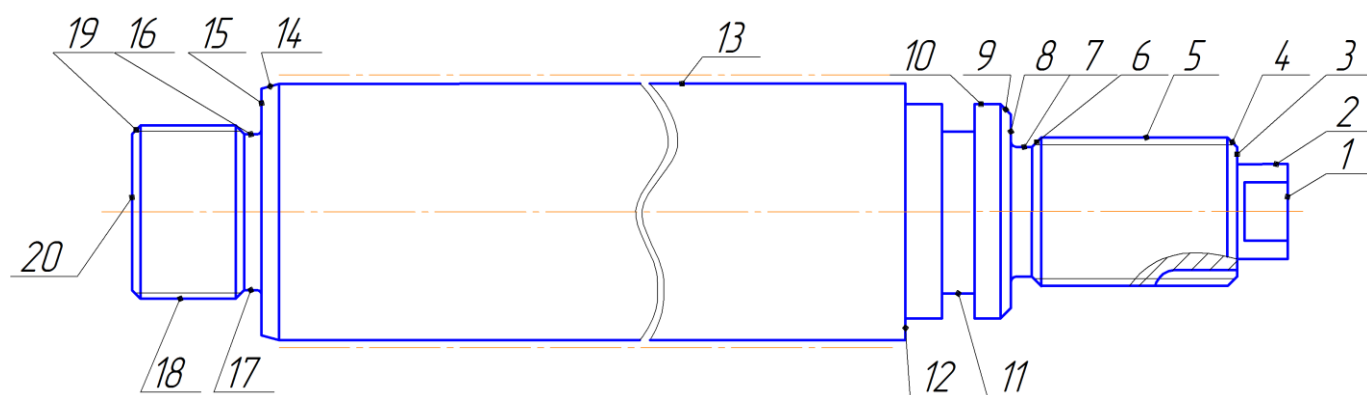


Рисунок 3.1 - Технологический чертеж детали «Шток».

При наличии на поверхности детали различных свойств (точности, шероховатости, термообработки и т.д.) каждый участок рассматривается как отдельный элемент, каждому присваивается отдельный номер.

Сложные комбинированные поверхности детали, обрабатываемые одним комбинированным инструментом (сверлом, разверткой, фасонным резцом, шлифовальным кругом), при подготовке чертежа обводятся пунктирной линией, комбинированной поверхности присваивается один номер в общем порядке.

Наружные и внутренние галтели нумеруются только в том случае, когда они обрабатываются отдельно.

В заключение рабочий чертеж и технические требования приводят к виду, удобному для разработки технологического процесса.

Студент оценивает состояние каждой поверхности детали, и все сведения сводит в таблицу (см. табл. 6).

Состояние поверхности детали «Шток»

Таблица 6

№ п/п	Номинальный размер поверхности, мм	Допуск на размер T_p , мм	Допуск формы T_f , мм	Допуск расположения T_p , мм	Шероховатость поверхности R_a , мкм	Твердость Поверхности HCR	Прим.
0	1	2	3	4	5	6	7
1	Наружная плоская, $l=839$.	1,0			3,2	45...50	
2	Наружная цилиндр., $\varnothing 22$	0,33			3,2	45...50	
3						
22	Наружная плоская, $l=8$, $R=12$ $B=6$, $H=30$	1			3,2	45...50	

3.5.2.6 Обоснование выбора метода получения заготовки. В машиностроении основными видами заготовок для деталей являются стальные и чугунные отливки, отливки из цветных металлов и сплавов, штамповки и всевозможные профили проката.

Способ получения заготовки должен быть наиболее экономичным при заданном объёме выпуска деталей. Для выбора формы, размеров и способа получения заготовки большое значение имеет конструкция и материал детали. Вид заготовки оказывает значительное влияние на характер технологического процесса, трудоёмкость и экономичность её обработки.

При выборе вида заготовки необходимо учитывать не только эксплуатационные условия работы детали, её размеры и форму, но и экономичность производства. Если при выборе заготовок возникают затруднения, какой метод изготовления принять для той или другой детали, то производят технико-экономический расчёт двух или нескольких выбранных вариантов. После обоснования способа получения заготовки необходимо дать краткое описание технологического процесса её получения и обосновать выбор плоскости разъёма формы или штампа, величину принятых радиусов скруглений и формовочных уклонов.

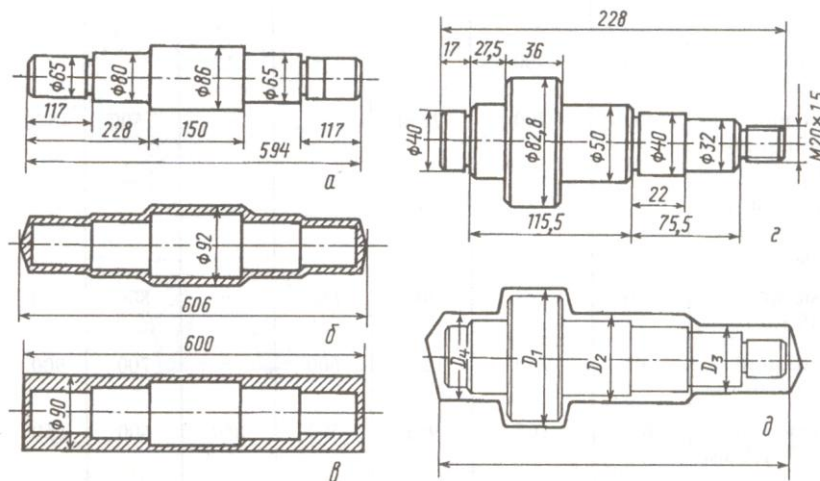


Рисунок 3.2 - Вал ступенчатый.

а, г - готовая деталь; *б*- штампованная заготовка; *в*- заготовка из горячекатаного проката; *д* - заготовка, полученная ковкой.

Средняя стоимость 1 тонны материала в условных денежных единицах

Таблица 7

Заготовки	Сталь					Цветные металлы		
	Ст. 3	Ст.45	Ст. 40Х	Шх 15	12х43А	Алюминий	Бронза	Латунь
Отливки: в песчаные формы, в оболочковые формы, по выплавляемым моделям.	Оптовые цены на отливки, поковки и штамповки							
	Определяется по прейскуранту №25-01, 1990 г. с учетом поправок на инфляцию							
Поковки. Сортовой горячекатаный прокат:	16,93	17,11	18,88	19,47	35,99	-	-	-
мелкий до 19 мм,	16,52	17,11	18,88	25,96	35,4	129,8	132,16	134,2
средний 20-110 мм,	14,36	14,87	16,41	22,57	30,78	124,3	129,4	130,6
крупный 120-150 мм,	12,25	12,4	13,72	18,12	23,98	123,7	128,3	129,6
Листы, ленты, полосы.	13,2	14	25,96	25,96	-	117,41	128,3	129,6
Трубы.	21,4	22,45	28,44	35,4	49,56	130,6	134,2	135,7

Примечание: Средняя стоимость отходов (стружки) составляет в среднем 10-12% от стоимости материала.

Пример: Получение заготовки из проката.

Когда требуется высокая прочность и пластичность, применяют заготовки из сортового или специального проката. В процессе прокатки литые заготовки подвергаются многократному обжатию в валках прокатных станов, в результате чего повышается плотность материала за счет «залечивания» литейных дефектов, пористости, микротрещин. Это придает заготовкам из проката высокую прочность и герметичность при небольшой их толщине.

Производство мелкосерийное общей программой выпуска 2000 шт.

Масса заготовки и норма расхода металла на деталь

Норма расхода материала на единицу продукции M_n определяется выражением:

$$M_n = M_d + M_{то} + M_{зо}, \quad (4)$$

где M_d – масса готовой детали; $M_{то}$ – масса технологического отхода; $M_{зо}$ – масса заготовительного отхода.

Масса технологического отхода $M_{то}$ представляет собой неизбежные для выбранного способа производства потери материала, которые определяются выражением:

$$M_{то} = M_{тпз} + M_{тпм}, \quad (5)$$

где $M_{тпз}$ – технологические потери материала, связанные с изготовлением детали на стадии получения заготовки: для поволоков – это потери на угар, облой, клещевину; для отливок – это потери на литниково-питающую систему, прибыли и др.; $M_{тпм}$ – технологические потери материала на стадии механической обработки заготовок в виде припусков и напусков. Технологический отход находится в прямой зависимости от типа производства.

Отходы при механической обработке металлов по разным видам заготовок от чистой массы деталей в среднем составляют: для отливок чугунных, стальных и бронзовых – 15...20%; для заготовок, полученных свободной ковкой – 15...40%; для заготовок, полученных горячей объемной штамповкой – 10%; для заготовок из стального проката – 15%.

Масса заготовительного отхода M_{30} непосредственно с процессом изготовления детали не связана. Она определяется условиями поставки материала и складывается из отходов по неkratности длины прутка длине заготовки, из полосовых отходов при холодной вырубке заготовок из листа, отходов на обрезание, на зажим, на торцевой обрезок и др.

При любом типе производства необходимо стремиться к снижению нормы расхода материала за счет уменьшения технологического и заготовительного отходов. Масса, с которой заготовка поступает на предварительную механическую обработку, называется массой заготовки:

$$M_3 = M_d + M_{\text{тпм}}, \quad (6)$$

При определении массы заготовки или детали сначала вычисляют их объемы. Сложную фигуру условно разбивают на элементарные части (цилиндры, конусы, кольца, призмы, пирамиды и т.д.) и определяют объемы этих элементарных частей по справочным таблицам. Сумма элементарных объемов составит общий объем. Принято объем заготовки определять с учетом плюсовых допусков. Точнее и быстрее эту задачу в настоящее время можно решить, используя компьютерные программы трехмерного моделирования (Компас-3D, AutoCAD и др.).

Тогда масса M_3 , кг:

$$M_3 = \frac{\sum_{i=1}^k V_i \cdot \rho}{1000}, \quad (7)$$

где V_i – объем i -го элемента, см^3 ; ρ – плотность материала, г/см^3 ; k – число разбиений.

Для вала объём i -ступени V_i определится в виде:

$$V_i = \pi \cdot R_i^2 L_i, \quad (8)$$

где R_i , L_i – соответственно радиус и длина i -ой ступени вала.

Учитывая все потери материала при выбранном методе получения заготовки, определяют норму расхода материала на деталь.

Определение размеров заготовки из круглого проката

Диаметр проката определяется, исходя из диаметра *наибольшей* ступени вала, прибавляя к нему общий припуск на механическую обработку $2Z_0$, определяемый по таблице П1.1. Приложения 1.1 [1.1,1.2] в зависимости от отношения всей длины вала L к диаметру его наибольшей ступени D_{max} (L/D_{max}):

$$D_3 = D_{\text{д. max}} + 2Z_0, \quad (9)$$

где $2Z_0$ – припуск на обработку в диаметральном выражении на диаметр наибольшей ступени детали, мм.

По расчетному диаметру заготовки D_3 и таблицы П33 из сортамента [2] подбираем ближайший наибольший диаметр круглого стального проката, назначаем точность прокатки (В) и определяем предельные отклонения диаметра заготовки.

Затем определяем длину заготовки. По таблице П32 Приложения 34 назначаем двусторонний припуск на обработку обоих торцов детали. Тогда длина заготовки L_3 составит:

$$L_3 = L_d + 2Z_0, \quad (10)$$

где $2Z_0$ – двусторонний припуск на обработку торцов заготовки, мм [3].

Предельные отклонения на длину заготовки зависят от способа резки проката на штучные заготовки и определяются по таблице П35.

Общие потери материала $P_{\text{общ}}$ на деталь, изготавливаемую из проката, состоят из потерь на неkratность торговой длины проката длине заготовки $P_{\text{нк}}$, торцевой обрезки $P_{\text{то}}$, потерь на зажим $P_{\text{зак}}$ опорных концов и потерь на отрезку $P_{\text{отр}}$ в виде стружки при разрезании:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{нк}} + P_{\text{то}} + P_{\text{зак}} + P_{\text{отр}}, \quad (11)$$

Потери материала на некрatность, %:

$$П_{нк} = \frac{L_{нк} \cdot 100}{L_{пр}}, \quad (12)$$

где $L_{нк}$ – величина некрatности длины заготовки торговой длине проката $L_{пр}$, мм.

Некрatность длины заготовки определяется, исходя из торговой длины проката и длины заготовки, с учетом потерь от выбранного метода заготовительного раскроя. Средневероятностная расчетная длина некрatности при раскрое немерного проката составляет примерно половину длины заготовки.

В соответствии с [2] торговая длина проката выбирается в интервале 2-6 метров для качественных конструкционных сталей по ГОСТ 1050-88 и в интервале 2-12 метров для сталей по ГОСТ 380-88 или ГОСТ 4543-71. При расчете некрatности необходимо стремиться к минимальным величинам.

Для каждого значения торговой длины проката, взятого с учетом п.8 Приложения 35, следует определить величину некрatности $L_{нк}$ по формулам (13) и (14) и в дальнейших расчетах использовать ту торговую длину, для которой величина некрatности будет *наименьшей*.

Некрatность в зависимости от принятой длины проката:

$$L_{нк} = L_{пр} - L_{то} - L_{зак} - n \cdot (L_з + L_p), \quad (13)$$

где $L_{пр}$ – торговая длина проката из сортамента, мм; n – целое число заготовок, изготавливаемых из принятой торговой длины проката, шт; $L_з$ – длина заготовки, мм; L_p – ширина реза, мм.

Число заготовок, изготавливаемых из принятой длины проката:

$$n = \frac{L_{пр} - L_{ГО} - L_{зак}}{L_з + L_p}, \quad (14)$$

где $L_{зак}$ – минимальная длина опорного (зажимного) конца проката, выбираемая по таблице ПЗ4.

Потери на торцовую обрезку проката, %:

$$П_{ТО} = \frac{L_{ТО} \cdot 100}{L_{пр}}, \quad (15)$$

где $L_{ТО}$ – длина торцового обрезка, мм.

Длина торцового обрезка зависит от размеров сечения проката и при резке ножницами обычно составляет:

$$L_{ТО} = (0,3 \dots 0,5) \cdot D_з, \quad (16)$$

где $D_з$ – диаметр проката или сторона квадрата, мм.

Потери на зажим опорного конца проката при выбранной длине зажима, %:

$$П_{зак} = \frac{L_{зак} \cdot 100}{L_{пр}}, \quad (17)$$

Потери на отрезку заготовки при выбранной по таблице ПЗ3 ширине реза, %:

$$П_{отр} = \frac{L_p \cdot 100}{L_{пр}}, \quad (18)$$

Норма расхода материала на деталь с учетом всех потерь:

$$M_n = \frac{M_s \cdot (100 + P_{об})}{100}, \quad (19)$$

3.5.2.7 Обоснование и расчет припусков аналитическим методом. Величина припуска влияет на себестоимость изготовления детали. При увеличенном припуске повышаются затраты труда, расход материала и другие производственные расходы, а при уменьшенном приходится повышать точность заготовки, что также увеличивает стоимость изготовления детали.

Обычно в заготовках, полученных методом литья, могут содержаться раковины, песочные включения, а в штампованных заготовках имеются обезуглероженный слой, микротрещины и другие дефекты.

Дефектный слой чугуновых отливок по деревянным моделям составляет 1-6 мм, у поковок - 0,5-1,5 мм и у горячекатаного проката - 0,5-1,0 мм. Для более точного определения припуска на обработку и предотвращения перерасхода материала применяют аналитический метод для каждого конкретного случая с учётом всех требований выполнения заготовок и промежуточных операций.

Для получения деталей более высокого качества необходимо при каждом технологическом переходе механической обработки заготовки предусматривать производственные погрешности, характеризующие отклонения размеров, геометрические отклонения формы поверхности, микронеровности, отклонения расположения поверхностей. Все эти отклонения должны находиться в пределах поля допуска на размер поверхности заготовки.

Аналитический метод определения припусков базируется на анализе производственных погрешностей, возникающих при конкретных условиях обработки заготовки.

Величина промежуточного припуска [3;5;15] для плоских поверхностей заготовки

$$Z_{i\min} = (R_z + h)_{i-1} + \Delta_{\sum i-1} + \varepsilon_i ; \quad (20)$$

для поверхностей типа тел вращения (наружных и внутренних)

$$2Z_{\min} = 2[(Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\sum i-1}^2 + \varepsilon_i^2}], \quad (21)$$

где Rz – высота микронеровностей поверхности, оставшихся при выполнении предшествующего технологического перехода, мкм;

h – глубина дефектного поверхностного слоя, оставшегося при выполнении предшествующего технологического перехода, мкм;

Δ_o – суммарные отклонения расположения, возникшие на предшествующем технологическом переходе, мкм;

ε_y – величина погрешностей установки заготовки при выполняемом технологическом переходе, мкм.

Отклонения при чистовой обработке обычно исключают при расчётах из-за их малой величины. Отклонения и погрешности в установке определяют в каждом конкретном случае в зависимости от метода получения заготовки.

Максимальный припуск на обработку поверхности заготовки:

для плоских поверхностей

$$z_{\max} = z_{\min} + \delta_n - \delta_\delta ; \quad (22)$$

для поверхностей типа тел вращения

$$2z_{\max} = 2z_{\min} + \delta_{Dn} - \delta_{D\delta}, \quad (23)$$

где δ_n и δ_{Dn} - допуск на размер на предшествующем переходе, мм;

δ_e и δ_{D_e} - допуск на размер на выполняемом переходе, мм.

Допуски и шероховатость поверхности на окончательных технологических переходах (операциях) принимают по рабочему чертежу.

Для удобства распределения промежуточных припусков перед их расчётом исходные и расчётные данные по каждой операции на конкретную обрабатываемую поверхность в технологической последовательности заносят в таблицу [3;5] (см. табл. 3.5).

Таблицу рекомендуется заполнять в такой последовательности:

в графу «Заготовка и технологическая операция» записывают вид заготовки и операции, установленные на данную обрабатываемую поверхность в технологической последовательности;

в графу «Точность заготовки и обрабатываемых поверхностей» записывают степень точности выбранной заготовки и качество на промежуточные размеры без предельных отклонений;

в графу «Элементы припусков» заносят величину микронеровностей R_z и глубину дефектного поверхностного слоя T на заготовку и на все операции в технологической последовательности в зависимости от метода обработки, а величину погрешностей установки заготовки на выполняемой операции определяют по таблице или производят расчёт по формуле;

суммарное значение отклонений ρ рассчитывают аналитическим методом, и значения расчёта заносят в графу таблицы; в графу «Допуски на размер» заносят значения допуска на заготовку и промежуточные размеры согласно степени точности заготовки и качеству, установленным на размер по каждой операции.

Остальные значения промежуточных припусков и размеров вносят в таблицу после расчётов.

Графы промежуточных размеров D_{min} и D_{max} определяют и заполняют от окончательных промежуточных размеров до размеров заготовки.

Ниже приведен пример расчёта припуска на обработку.

Пример. Рассчитаем промежуточные припуски для обработки $\phi 50f9(-0,025/-0,087)$ мм поверхности 10 аналитическим методом. Рассчитать промежуточные размеры для выполнения каждого перехода.

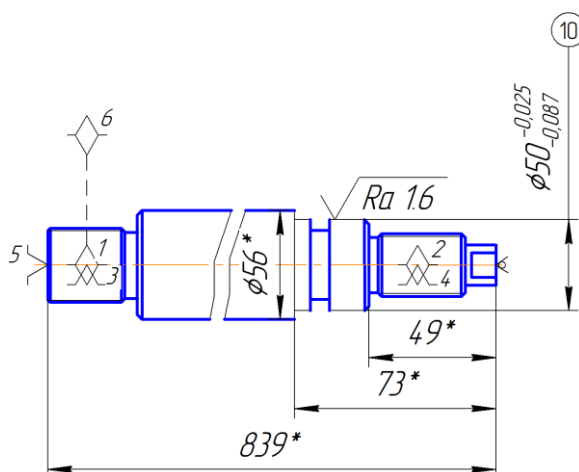


Рисунок 3.3 - Эскиз обработки детали «Шток».

Решение. Соответственно заданным условиям, устанавливаем маршрут обработки $\phi 50f9(-0,025/-0,087)$ мм.

- А) черновое точение;
- Б) чистовое точение;
- В) шлифование однократное окончательное.

Результаты расчёта припусков на обработку и предельных размеров по технологическим переходам

Таблица 8

Маршрут обработки поверхности диаметром $\phi 50f9(-0,025 / -0,087)$ мм											
Наименование перехода.	Элементы припуска, мкм				Расчётные величины		Допуск на выпол-няемые размеры, мкм	Принятые (округленные) размеры заготовки по переходам, мм		Предельный припуск, мкм	
	R _z	T	ρ	ε	При-пуск Zi, мкм	Мини-мального диаметра		max	min	Zmax	Zmin
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Прокат	150	250	583	-	-	52,312	2000	52,6	52,3	-	-
Черновое точение	60	60	35	0	1966	50,346	400	50,56	50,35	2	0,4
чистовое точение	30	30	1,4	0	310	50,036	160	50,2	50,04	0,4	0,16
Шлифование однократное окончательное	10	20	0	0	123	49,913	63	-	-	-	-

Вся указанная обработка выполняется с установкой заготовки в центрах.

Токарная обработка и шлифование выполняются с установкой в центрах. Заносим маршрут обработки в графу 1 таблицы 4.

Данные для заполнения граф 2,3 для горячекатаного проката берём из литературы [3], для механической обработки [3], данные в графу 8 для заготовки [ГОСТ 2590-88], для обработки резанием [3].

Величину отклонения Δ_E для заготовки из горячекатаного проката при обработке в центрах [3].

$$\Delta_E = \sqrt{\Delta_{E^k}^2 + \Delta_Y^2}, \quad (24)$$

где Δ_{E^k} – общее отклонение оси от прямолинейности, мкм;

$$\Delta_{E^k} = 2 \cdot \Delta_k \cdot \ell_k, \quad (25)$$

ℓ_k – размер от сечения, для которого определяется кривизна до торца заготовки $\ell_k = 839 - 766 = 73$ мм;

Δ_k – кривизна профиля сортового проката: $\Delta_k = 0,08$ мкм;

$$\Delta_{E^k} = 2 \cdot 0,08 \cdot 100 = 16 \text{ мкм},$$

Δ_Y – смещение оси заготовки, мм;

$$\Delta_Y = 0,25 \sqrt{TD^2 + Td^2},$$

TD=2 мм – допуск на наружный диаметральный размер базы заготовки (закреплённой в патроне);

Td=1,2 мм – допуск на внутренний диаметральный размер базы заготовки (поджатой центром).

$$\Delta_Y = 0,25 \sqrt{2^2 + 1,2^2} = 0,583 \text{ мм}$$

$$\Delta_E = \sqrt{16^2 + 583^2} = 583 \text{ мкм}$$

Черновое точение

Величину пространственных отклонений Δ_r , определяем по формуле

$$\Delta_r = K_Y \cdot \rho_E, \quad (26)$$

где K_y – коэффициент уточнения, $K_y=0,06$ [2,стр.190, таблица 29].

$$\Delta_r = 0,06 \cdot 583 = 35 \text{ мкм.}$$

Чистовое точение

Величина остаточных пространственных отклонений

$$\Delta_r = K_y \cdot \Delta, \quad (27)$$

где K_y – коэффициент уточнения, $K_y=0,04$ [2,стр.190, таблица 29].

$$\Delta_r = 0,04 \cdot 35 = 1,4 \text{ мкм.}$$

Расчетные величины заносим в графу 4 таблицы 8.

Расчет минимальных припусков на диаметральный размер для каждого перехода производится по следующим формулам

- черновое точение $2Z_{\min}=2 \cdot (150+250+583)=1966 \text{ мкм;}$

- чистовое точение $2Z_{\min}=2 \cdot (60+60+35)=310 \text{ мкм;}$

- шлифование однократное окончательное $2Z_{\min}=2 \cdot (30+30+1,4)=123 \text{ мкм.}$

Расчетные значения припусков заносим в графу 6 таблицы 8.

Расчет наименьших расчетных размеров по технологическим переходам производим, складывая значения наименьших предельных размеров, соответствующих предшествующему технологическому переходу, с величиной припуска на выполняемый переход

$$\phi 49,913 + 0,123 = 50,036 \text{ мм;}$$

$$\phi 50,036 + 0,310 = 50,346 \text{ мм;}$$

$$\phi 50,346 + 1,966 = 52,312 \text{ мм.}$$

полученные данные заносим в графу 7 таблицы 8

Затем определяем наибольшие предельные размеры по переходам

$$\phi 49,975 + 0,063 = 50,04 \text{ мм;}$$

$$\phi 50,038 + 0,160 = 50,2 \text{ мм;}$$

$$\phi 50,198 + 0,400 = 50,6 \text{ мм;}$$

$$\phi 50,598 + 2,0 = 52,6 \text{ мм.}$$

полученные данные заносим в графу 9 таблицы 8.

Расчет фактических максимальных и минимальных припусков по переходам производим, вычитая соответственно значения наибольших и наименьших предельных размеров, соответствующих выполняемому и предшествующему технологическим переходам.

Максимальные припуски

$$\phi 50,2 - 50,04 = 0,16 \text{ мм;}$$

$$\phi 50,6 - 50,2 = 0,4 \text{ мм;}$$

$$\phi 52,6 - 50,6 = 2 \text{ мм.}$$

Минимальные припуски

$$\phi 50,04 - 49,975 = 0,29 \text{ мм;}$$

$$\phi 50,2 - 50,04 = 0,16 \text{ мм;}$$

$$\phi 50,6 - 50,2 = 0,4 \text{ мм.}$$

Результаты расчетов заносим в графу 11,12 таблицы 8.

Расчет общих припусков производим по следующим уравнениям

Наибольший припуск $Z_{\max} = \sum Z_{\max} = 0,037 + 0,388 + 0,5 + 4,1 = 5,025 \text{ мм;}$

Наименьший припуск $Z_{\min} = \sum Z_{\min} = 0,036 + 0,291 + 0,26 + 2,5 = 3,087 \text{ мм.}$

Проверка правильности расчета [3]

$$Z_{\max} - Z_{\min} = 5,025 - 3,087 = T_3 - T_D = 2,0 - 0,022 = 1,938 \text{ мм.} \quad (28)$$

3.5.2.8 Разработка технологического расчета и схем базирования. Процесс изготовления деталей машин и их сборки заготовки и изделия занимают определенное положение в технологических системах в соответствии с требованиями конструкторской и технологической документации. При этом для контроля технических требований заготовки изделия и средства измерения должны занимать определенное положение, чтобы получить необходимую точность и достоверность результатов.

Одна из задач, возникающая на различных этапах производственного процесса, - выбор баз для формирования систем координат заготовок и изделий и придания им требуемых положений. Эта задача выполняется в соответствии с ГОСТ 23495-76 и рекомендациями работ [13;14].

Принципиальные схемы базирования заготовок. По правилам теоретической механики, требуемое положение твердого тела (заготовки) относительно выбранной системы координат достигается наложением геометрических связей, лишаящих тело трех перемещений вдоль осей XYZ и трех поворотов вокруг этих осей, т.е. тело становится неподвижным в системе координат OXYZ. Каждая опорная точка, т.е. точка, символизирующая одну из связей заготовки с выбранной системой координат, лишает заготовку только одной степени свободы. Поэтому, для базирования заготовки, т.е. придания ей вполне определенного (однозначного) положения в приспособлении, необходимо и достаточно наличие шести опорных точек, лишаящих заготовку шести степеней свободы (правило шести точек) [11;14].

Наиболее распространенные схемы базирования заготовок (рис. 3.4):

- а - по трем плоским поверхностям;
- б - по торцу и наружной цилиндрической поверхности;
- в - по торцу и внутренней цилиндрической поверхности;
- г - по торцу и наружной цилиндрической поверхности в призме;
- д - по внутренней цилиндрической поверхности с зазором, по коническому отверстию и на оправке без зазора;
- е - по плоскости симметрии корпусной заготовки;
- ж - по центровым отверстиям вала с упором в торец;
- з - по плоскости и двум отверстиям; и - по плоскости симметрии с помощью призм.

По числу степеней свободы, которых лишают заготовку технологические базы, они подразделяются на установочные, направляющие, опорные, двойные направляющие и двойные опорные [11]. База, лишаящая заготовку или изделие трех степеней свободы перемещения вдоль одной из координатных осей и поворота вокруг двух других осей, называется установочной базой (см. рис. 3.4 а, б, е, з, и – точки 1, 2, 3). База, лишаящая заготовку двух степеней свободы – перемещения вдоль одной координатной оси и поворота вокруг другой оси, называется направляющей базой (см. рис. 3.4 а – точки 4, 5). База, лишаящая заготовку одной степени свободы перемещения вдоль одной координатной оси или поворота вокруг оси, называется опорной базой (см. рис. 3.4 г, д, а, и – точка б). База, лишаящая заготовку или изделие четырех степеней свободы перемещений вдоль двух координатных осей и поворотов вокруг этих осей, называется двойной направляющей базой (см. рис. 3.4 в, г, д - точки 1, 2, 3, 4). База, лишаящая заготовку двух степеней свободы перемещения вдоль двух координатных осей, называется двойной опорной базой (см. рис. 3.4 б – точки 4 и 5; ж – точки 1, 2, 3 и 4).

В первую очередь студенту необходимо выбрать схему базирования на первой технологической операции. На первой операции базы являются необработанными – черновыми. Отсюда следуют особые требования к ним.

1. В связи с тем, что точность необработанных поверхностей, выполняющих функции черновых технологических баз, всегда ниже точности обработанных поверхностей, а шероховатость выше, черновые базы должны использоваться только один раз на первой установке.

2. Необходимо обеспечить правильное взаимное положение обработанных и необработанных поверхностей в готовом изделии. Чтобы обеспечить заданные требования к положению обработанных и необработанных элементов изделия, черновыми базами необходимо назначить поверхности, которые в готовом изделии остаются черновыми.

Если невозможно изготовить изделие с использованием одной установки, то в качестве баз первой установки целесообразно выбрать конструктивные элементы с наиболее высокой точностной характеристикой и при возможности с использованием самоцентрирования. В этом случае при выполнении последующих установок обработка точных элементов изделия, служивших черновыми базами, обеспечит наибольшую точность и равномерную глубину обработки для достижения требуемого качества.

При выборе технологических баз необходимо руководствоваться следующими методическими указаниями.

1. На основании анализа конструкции, служебного назначения детали и сборочной единицы, простановки конструкторских размеров и допусков определяются конструкторские базы.

2. По принципу совмещения баз предпочтительным комплектом технологических баз выбирается соответствующая совокупность конструкторских баз с учётом формы, доступности, обработки габаритных размеров, точности размера, точности формы и расположения.

3. Последовательно рассматривается возможность обработки различных поверхностей и их сочетаний от выбранного комплекта баз с учётом условий производства, включая возможность обработки набором инструментов и различные методы наладки технологических систем.

4. Если условия производства не позволяют осуществить принятый вариант базирования, то выбирается следующий комплект баз по приоритету вышеуказанной характеристики формы, доступности, габаритных размеров, размерного шага положения, точности размеров, точности формы и положения.

5. Выбранные варианты базирования проверяются на соответствие точности и возможности реализации технологических операций в заданных производственных условиях. При необходимости смены технологических баз с неприемлемым ужесточением допусков рассматривается возможность применения искусственных баз.

6. С учётом требований к черновым базам выбирается комплект баз первой установки разрабатываемого технологического процесса.

В данном разделе расчётно-пояснительной записки должны быть представлены схемы базирования и установки по ГОСТ 3.1107-81 [11;14] на первой и последующих технологических операциях. Обработанные поверхности заготовки на этих схемах выделяются линией удвоенной толщины.

Погрешности установки заготовок в приспособлениях. Точность обработки заготовок на станках в значительной мере зависит от точности установки заготовок в приспособлениях. При обработке заготовок, установленных в приспособлениях, необходимо, чтобы погрешность Δ обработки была меньше допуска δ на выполняемый на данной операции размер: $\Delta < \delta$; $\delta > \varepsilon_y + \omega$, где ε_y - погрешность установки; ω - погрешности, возникающие при обработке заготовки (погрешности станка и установки инструмента, износ инструмента, температурные деформации и др.)

Одной из основных причин, вызывающих погрешности обработки, является погрешность установки ε_y , возникающая при установке заготовки в приспособление, т.е. отклонение фактически достигнутого положения заготовки от требуемого, возникающее в результате наличия погрешностей базирования ε_δ и закрепления ε_3 заготовки, а также вследствие погрешности изготовления приспособления и установки его на станке $\varepsilon_{ПП}$:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_\delta^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{ПП}^2} . \quad (31)$$

Все составляющие погрешности установки являются полем рассеяния (допуска) случайных величин и, следовательно, могут суммироваться по правилу квадратного корня. Необходимо отметить, что погрешность установки ε_y возникает при установке заготовки в приспособление до обработки, т.е. до включения станка.

При совмещении технологической и измерительной баз погрешность базирования равна нулю (принцип совмещения баз). Следовательно, для сведения погрешности базирования к нулю необходимо совместить технологическую и измерительную базы. Некоторые схемы базирования заготовок и возникающие при этом погрешности базирования показаны на рис. 3.5. При выполнении размера h (рис. 3.5,а) установочная и измерительная базы (поверхность A) совмещены. Следовательно, $\varepsilon_{\delta h} = 0$. При выполнении размера h_1 установочной базой будет поверхность A , а изме-

рительной – поверхность B . Поскольку в этом случае не соблюдается принцип единства баз, будет иметь место погрешность базирования, равная разности расстояний между предельными положениями измерительной базы:

$$\varepsilon_{\delta h_1} = h_{\max} - h_{\min} = H_{\max} - H_{\min} = \delta H . \quad (32)$$

При обработке мерным инструментом (например, пальцевой фрезой) паза шириной b погрешность базирования равна нулю, так как погрешность размера b зависит только от ширины фрезы и возникает не в процессе установки заготовки, а в процессе обработки. При обработке наружной цилиндрической поверхности (рис. 3.5,б) погрешность базирования размера D равна нулю, так как в этом случае технологической базой будет центр оправки O , инструмент настраивается от него на размер $D/2$ при установке заготовки по отверстию на оправку с зазором (рис. 3.5, в) погрешность базирования равна максимальному зазору между заготовкой и оправкой:

$$\varepsilon_{\delta h} = h'' - h' = O_1 O_2 = S_{\max} . \quad (33)$$

Следовательно, для совмещения технологической и установочной баз необходимо ликвидировать зазор, что достигается применением жестких беззазорных (прессовых или конусных) или разжимных оправок.

При установке цилиндрической заготовки в призму с углом 90° (рис.3.5,г),

$$\varepsilon_{\delta h_1} = 1,21\delta D \text{ и } \varepsilon_{\delta h_2} = 0,2\delta D_1 , \quad (34)$$

где δ – допуск на размер D .

Для сведения к нулю погрешности базирования в этом случае необходимо установить заготовку верхней образующей на плоскую поверхность и поджать снизу призмой (рис. 3.5, е). В этом случае технологическая и измерительная базы при выполнении размера h_1 будут совмещены. При установке заготовки по плоскости и двум отверстиям (рис. 3.5, ж) погрешность базирования при выполнении размеров l, h_1, h_2 будет равна $S_{l \max}$, а при выполнении размера h будет равна нулю. Для сведения к нулю погрешности базирования необходимо ликвидировать зазор, что достигается применением конических подпружиненных пальцев (гладких и срезанных) или разжимных пальцев - цилиндрического и ромбического. При установке заготовки в центрах погрешность базирования линейного размера от торца заготовки будет равна разности максимальной и минимальной глубин центрального отверстия. Для сведения к нулю погрешности базирования необходимо применять подпружиненный центр, при этом опорной базой будет не центровое гнездо, а торец заготовки.

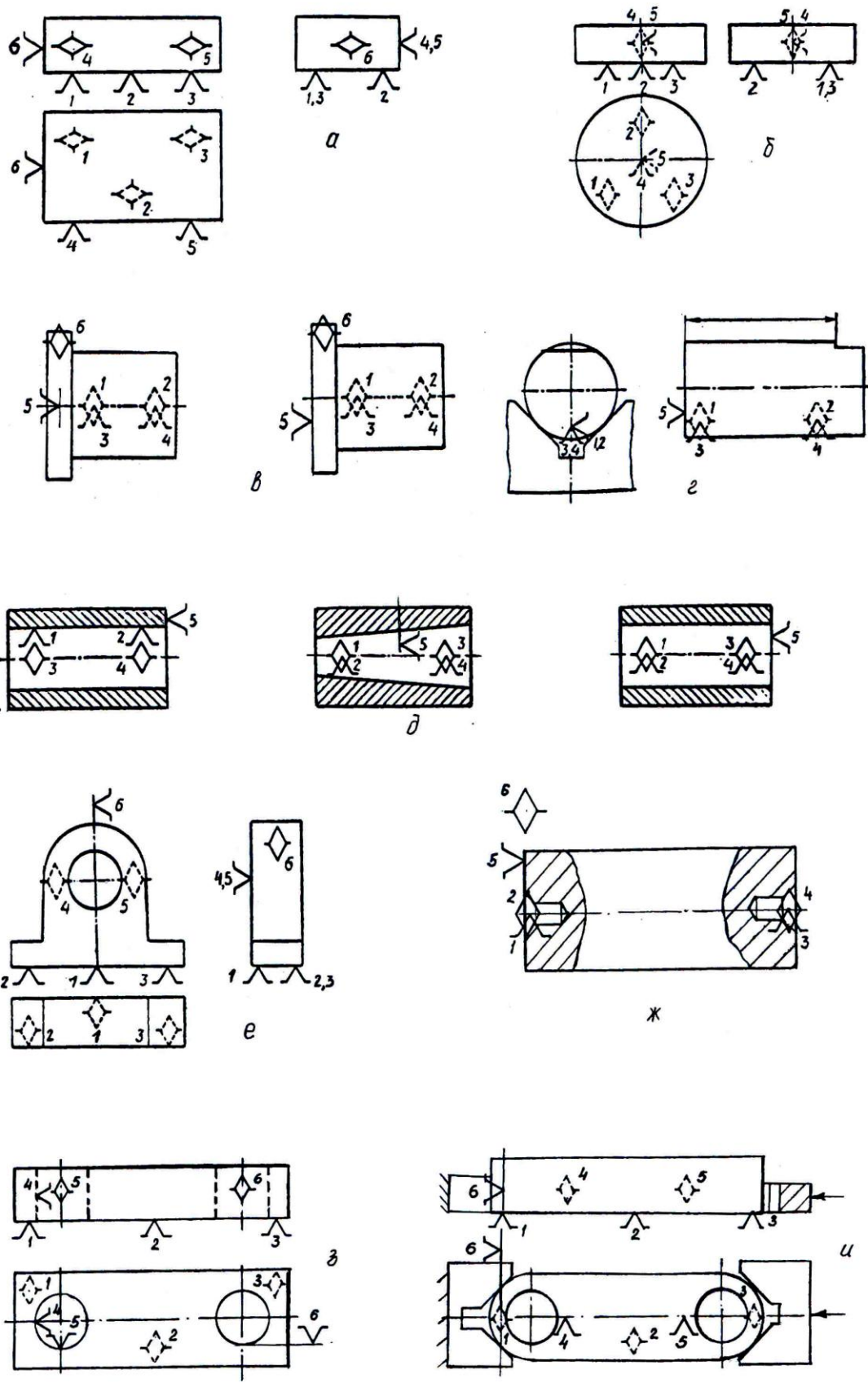


Рисунок 3.4 - Распространенные схемы базирования заготовок.

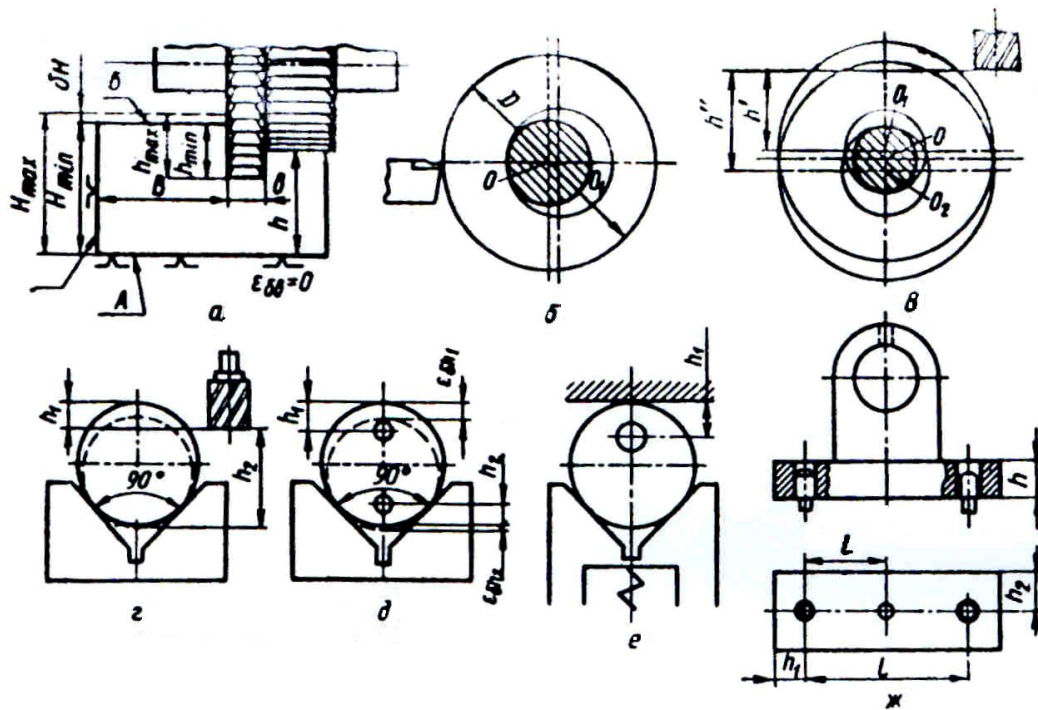


Рисунок 3.5 - Схемы для определения погрешностей базирования.

Пример. Предложить схему базирования и установки заготовки корпусной детали при обработке ее на операции фрезерования с выполнением технических требований (рис. 3.8).

Решение:

1. Пользуясь эскизом детали, устанавливаем, что в качестве технологических баз, используя принцип совмещения баз, рационально выбрать следующие поверхности: плоскость *A* основания, которая является конструкторской базой детали, и два отверстия (из четырех имеющихся), расположенных диагонально, для правильной угловой ориентации в процессе обработки.

2. Схема базирования заготовки (рис. 3.7): поверхность *A* – установочная база, лишает заготовку трех степеней свободы (опорные точки 1, 2, 3); поверхность одного из отверстий обеспечивает базирование по двум опорным точкам – перемещение вдоль двух взаимно перпендикулярных координат (двойная опорная база, точки 4, 5); другое отверстие по диагонали обеспечивает базирование с лишением заготовки одной степени свободы (6-я опорная точка).

3. В качестве установочных элементов используем плоскую поверхность *A*, поверхность одного из отверстий совмещаем с цилиндрическим пальцем по посадке с зазором, другое отверстие - со срезанным пальцем (рис. 3.9).

4. Максимальный угловой перенос заготовки с установкой ее по плоскости и двум отверстиям может быть определен на основе схемы (рис. 3.9) по формуле и в нашем случае равен

$$\operatorname{tg} \alpha_{\max} = \frac{S_{\max}}{L}. \quad (35)$$

Если учесть, что $D_{\text{отв. max}} = 20,033$ мм, а палец установочной $20d9$ ($20_{-0,117}^{0,065}$) имеет минимальный диаметр $d_{\min} = 19,883$ мм, то

$$S_{\max} = D_{\text{отв. max}} - d_{\text{нал. min}} = 20,33 - 19,883 = 0,15 \text{ мм}. \quad (36)$$

Расстояние между базовыми отверстиями, принятыми в качестве технологических баз,

$$L = \sqrt{250^2 + 160^2} = 296,82 \text{ мм},$$

откуда

$$\operatorname{tg} \alpha_{\max} = \frac{0,15}{296,82} = 0,0005.$$

При длине обрабатываемой плоскости $l = 200$ мм (см. рис. 3.6) линейное смещение заготовки

$$x = l \cdot \operatorname{tg} \alpha_{\max} = 200 \cdot 0,0005 = 0,1 \text{ мм.} \quad (37)$$

Таким образом, максимальное смещение заготовки при базировании по плоскости и двум отверстиям находится в доступных пределах и обеспечивает выполнение технических требований на операции фрезерования.

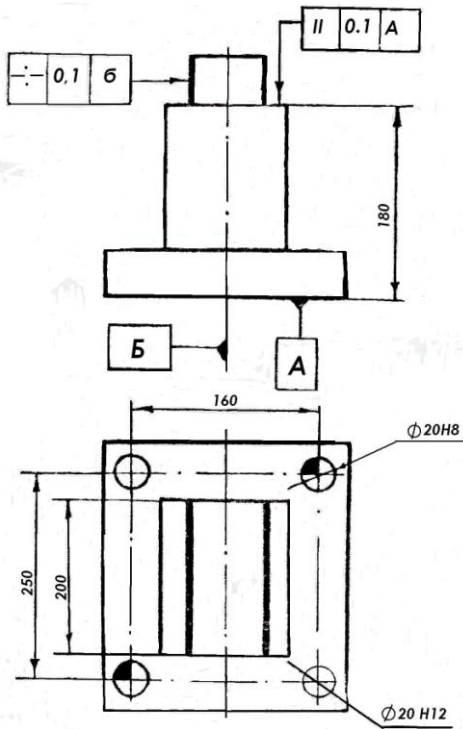


Рисунок 3.6 - Чертеж детали «Корпус».

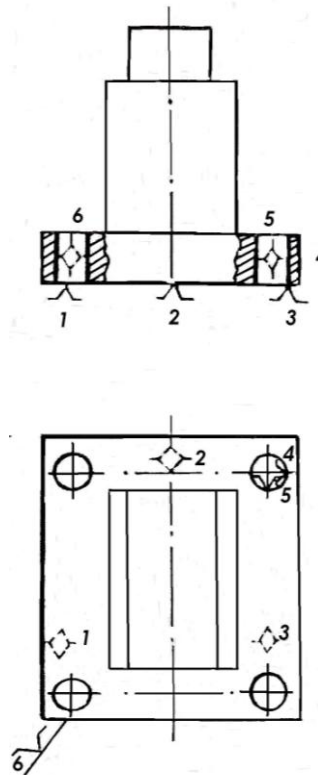


Рисунок 3.7 - Схема базирования заготовки «Корпус».

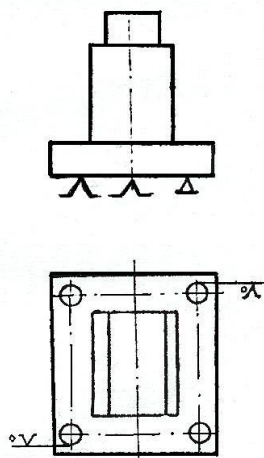


Рисунок 3.8 - Схема установки заготовки «Корпус».

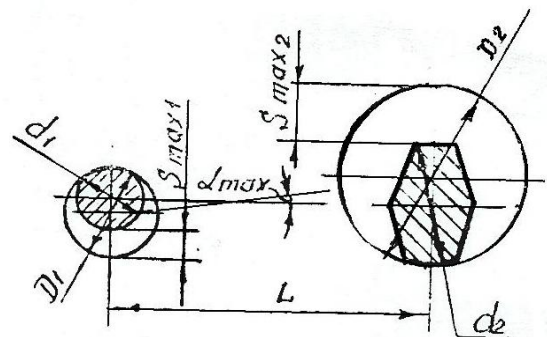


Рисунок 3.9 - Схема к расчету погрешности базирования детали «Корпус».

3.5.3 Составление плана обработки (оборудование, приспособление, режущий, мерительный инструмент). При составлении плана маршрута механической обработки детали следует учитывать, что на первой технологической операции необходимо обработать те поверхности, которые будут в дальнейшем использоваться в качестве технологических баз. В первую очередь необходимо также обработать те поверхности, на которых могут обнаружиться пороки заготовки (раковины, трещины, рыхлоты и т.д.), чтобы не затрачивать напрасно труд на обработку остальных поверхностей.

Дальнейшую последовательность обработки устанавливают в зависимости от требуемой точности. Чем точнее поверхность, тем позднее она должна обрабатываться, так как обработка последующей поверхности может вызвать погрешности ранее обработанной. Это происходит из-за перераспределения внутренних напряжений, деформаций детали после снятия каждого нового слоя металла.

Последними должны обрабатываться наиболее точные поверхности, а также поверхности с наименьшими шероховатостью и волнистостью.

Процесс механической обработки должен укладываться в следующие этапы.

1. Обработка поверхностей, образующих установочные базы для всех последующих операций.
2. Черновая обработка основных поверхностей детали.
3. Чистовая обработка основных поверхностей детали.
4. Черновая и чистовая обработка второстепенных поверхностей.
5. Термическая обработка детали, если она предусмотрена чертежом и техническими требованиями.
6. Выполнение второстепенных операций, связанных с термической обработкой.
7. Выполнение отделочных операций основных поверхностей.
8. Выполнение доводочных операций основных поверхностей.

Формирование операций для поточных видов производства должно быть подчинено получению трудоёмкости каждой операции равной или кратной такту.

Станкоёмкость каждой операции по возможности должна быть равна или кратна такту для лучшего использования оборудования во времени.

Переходы, в которых удельный вес машинного времени достаточно велик, следует формировать в операции с расчётом возможности обслуживания одним рабочим нескольких станков или даже различных видов оборудования.

При большой программе выпуска экономично использовать наиболее производительные виды оборудования с максимальной концентрацией переходов в одной операции и максимальным совмещением их во времени. Здесь уместны три «много»: многоместная, многоинструментальная, многопозиционная обработка.

С уменьшением количества деталей формирование операций ведут путём включения в них переходов, при помощи которых решаются аналогичные задачи у разных деталей.

При формировании операций в условиях действующего завода необходимо учитывать возможности имеющегося оборудования, перспективы его модернизации, замены или пополнения новым.

Из сформированных операций составляют технологический маршрут обработки детали. При этом необходимо в самых широких пределах использовать типовые технологические процессы, опыт предприятий, справочную и периодическую литературу.

Пример заполнения карты маршрутно-операционного технологического процесса представлен в таблице 9.

3.5.3.1 Выбор станочного оборудования (табл. П26) является одной из важнейших задач при разработке технологического процесса механической обработки заготовки. От правильного его выбора зависит производительность изготовления детали, экономное использование производственных площадей, механизации и автоматизации ручного труда, электроэнергии и в итоге себестоимость изделия.

В зависимости от объёма выпуска изделий, выбирают станки по степени специализации и высокой производительности, а также станки с числовым программным управлением (ЧПУ).

Выбор каждого вида станка должен быть экономически обоснован. Производится расчёт технико-экономического сравнения обработки данной операции на разных станках. При заданном объёме выпуска изделий необходимо принимать ту модель станка, которая обеспечивает наименьшие трудовые и материальные затраты, а также себестоимость обработки заготовки. При выборе необходимо дать краткое описание моделей станков, применяемых в технологическом процессе, указать предпочтение выбранной модели станка по сравнению с другими аналогичными.

Характеризуя выбранные модели станка, можно ограничиваться краткой их технической характеристикой. Если выбранные станки специальные, агрегатные или специализированные, то следует описать их принципиальную схему.

При выборе станочного оборудования необходимо учитывать следующее:

- характер производства;
- методы достижения заданной точности при обработке;
- необходимую сменную (или часовую) производительность;
- соответствие станка размерам детали;
- мощность станка;
- удобство управления и обслуживания станка;
- габаритные размеры и стоимость станка;
- возможность оснащения станка высокопроизводительными приспособлениями и средствами автоматизации и механизации;
- кинематические данные станка (диапазоны подачи, частота вращения шпинделя и т.д.).

При выборе станочного оборудования необходимо также учитывать современные достижения отечественного станкостроения.

3.5.3.2 Выбор приспособления. При проектировании технологического процесса механической обработки заготовки необходимо правильно выбрать приспособления, которые должны способствовать повышению производительности труда, ликвидации предварительной разметки заготовки и выверки их при установке на станке.

Применение станочных приспособлений и вспомогательных инструментов при обработке заготовок даёт ряд преимуществ:

- повышает качество и точность обработки деталей;
- сокращает трудоёмкость обработки заготовок за счёт резкого уменьшения времени, затрачиваемого на установку, выверку и закрепление;
- расширяет технологические возможности станков;
- создаёт возможность одновременной обработки нескольких заготовок, закреплённых в общем приспособлении.

Выбор станочного приспособления должен быть основан на анализе затрат на реализацию технологического процесса в установленный промежуток времени при заданном числе заготовок. Правила выбора технологической оснастки (ГОСТ 14.305-78) предусматривает шесть систем технологической оснастки, которые предназначены для выполнения различных видов работ в зависимости от типа производства.

К системам технологической оснастки относятся следующие [6]:

- системы неразборной специальной оснастки (НСО);
- системы универсально-наладочные оснастки (УНО);
- системы универсально-сборной оснастки (УСО);
- системы сборно-разборной оснастки (СРО);
- системы универсально - безналадочной оснастки (УБО);
- системы специализированной наладочной оснастки (СНО).

3.5.3.3 Выбор режущего инструмента (табл. П15). При разработке технологического процесса механической обработки заготовки выбор режущего инструмента, его вида, конструкции и размеров в значительной мере предопределяется методами обработки, свойствами обрабатываемо-

го материала, требуемой точностью обработки и качеством обрабатываемой поверхности заготовки.

При выборе режущего инструмента необходимо стремиться принимать стандартный инструмент, но, когда целесообразно, следует применять специальный, комбинированный, фасонный инструмент, позволяющий совмещать обработку нескольких поверхностей.

Правильный выбор режущей части инструмента имеет большое значение для повышения производительности и снижения себестоимости обработки. Для обработки стали рекомендуется применять инструмент, режущая часть которого изготовлена из титановольфрамовых твёрдых сплавов (Т5К10, Т14К8, Т15К6, Т15К6Т, Т30К4), быстрорежущих инструментальных сталей (Р18, Р9, Р9Ф4, Р14Ф4), вольфрамовых твёрдых сплавов (ВК2, ВК3М, ВК4, ВК8) и др. Для обработки чугуна, цветных металлов и неметаллических материалов используют инструмент из вольфрамовых твёрдых сплавов. Выбор материала для режущего инструмента зависит от формы и размеров инструмента, материала обрабатываемой заготовки, режимов резания и типа производства.

Режущий инструмент необходимо выбирать по соответствующим стандартам и справочной литературе в зависимости от методов обработки деталей.

Если технологические особенности детали не ограничивают применение высоких скоростей резания, то следует применять высокопроизводительные конструкции режущего инструмента, оснащённого твёрдым сплавом, так как практика показала, что это экономически выгодней, чем применение быстрорежущих инструментов. Особенно это распространяется на резцы (кроме фасонных, малой ширины, автоматных), фрезы, зенкеры, конструкции которых оснащены твёрдым сплавом и хорошо отработаны.

В пояснительной записке необходимо сделать анализ выбранного режущего инструмента на операцию или переход.

При выборе режущего инструмента необходимо руководствоваться данными работы [4]. Рекомендации по выбору абразивного инструмента даны в ГОСТ 3647-71 и технической литературе [4].

3.5.3.4 Выбор методов контроля. Метод контроля должен способствовать повышению производительности труда контролёра и станочника, создавать условия для улучшения качества выпускаемой продукции и снижения её себестоимости.

В единичном и серийном производствах обычно применяется универсальный измерительный инструмент (штангенциркуль, штангенглубиномер, микрометр, угломер, индикатор и т. д.).

В массовом и крупносерийном производствах рекомендуется применять предельные калибры (скобы, пробки, шаблоны и т. п.) и методы активного контроля, которые получили широкое распространение во многих отраслях машиностроения.

В пояснительной записке необходимо дать объяснение применяемого метода контроля и краткую техническую характеристику измерительного инструмента или контрольного приспособления на данную технологическую операцию.

Например:

Таблица выбора оборудования и режущего инструмента по маршруту обработки детали «Шток»

Таблица 9

№ п/п	Наименование операции	оборудование	Режущий инструмент
0	1	2	3
010	Пило-отрезная	Пило-отрезной станок «HERCULES».	
020	Термическая.	Печь	
030	Токарно-винторезная	Токарно-винторезный станок 1К62	Резец 2103-0057 Т15К6 ГОСТ 18879-73; Сверло 2317-0109 ГОСТ 14952-75
040	Токарно-винторезная	Токарно-винторезный станок 1К62	Резец 2102-0005 Т15К6 ГОСТ 18877-73;

<i>Продолжение табл. 9</i>			
0	1	2	3
050	Токарно-винторезная	Токарно-винторезный станок 1К62	Резец 2103-0057 Т15К6 ГОСТ 18879-73; Сверло 2317-0109 ГОСТ 14952-75
060	Токарно-винторезная	Токарно-винторезный станок 1К62	Резец 2102-0005 Т15К6 ГОСТ 18877-73;
070	Токарно-винторезная	Токарно-винторезный станок 1К62	Резец 61610/005; Резец 51693/71 Т30К4 СТП 635.04.196-87; Резец 2660-0505 ГОСТ 18876-73;
080	Токарно-винторезная	Токарно-винторезный станок 1К62	Резец 61610/005; Резец 61610/005; Резец Т30К4 51693/071; Резец 616/2424; Резец 2102-0059 Т15К6 ГОСТ 18877-73;
090	Токарно-винторезная	Токарно-винторезный станок 1К62	Резец 2102-0055 Т15К6 ГОСТ 18877-73;
100	Вертикально-фрезерная	Вертикально-фрезерный 6Р12	Фреза 2223-0003 Ø16 ГОСТ 17026-71
110	Вертикально-фрезерная	Вертикально-фрезерный 6Р12	фреза ф24 в=6
120	Слесарная	Верстак слесарный Н2.007	Пневмошлифмашинка ГОСТ 12633 – 90, шлиф. ГЦ25х32х6 головка ГОСТ2447 – 82, напильник ГОСТ 1465 – 80
130	Рихтовочная	Пресс П6324Б	Индикатор ИЧ-01 ГОСТ 577-68; Стойка ГОСТ 10197-70
140	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3151	Шлифовальный ПП750х80х203 23А-25А 40п-25п см1-см2 к5-6 круг ГОСТ2424-83; Микрометр МК-75-1 ГОСТ 6507-90
150	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3151	Шлифовальный ПП750х80х203 23А-25А 40п-25п см1-см2 к5-6 круг ГОСТ2424-83; Микрометр МК-75-1 ГОСТ 6507-90
160	Токарно-винторезная	Токарно-винторезный станок 1К62	Резец 51699./272 Т30К4; Скоба СИ-50 ГОСТ 1098-75;
170	Суперфиниш	16К63	Гидростатический инструмент для накатного полирования НГ6-9
180	Полировальная	Верстак слесарный Н2.007	ПШМ ИП2020 ТУ 22-166-89; Головка шлифовальная ГОСТ 2447-82; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; Угломер 1 - 2 ГОСТ
190	Промывочная	Промывочная ванна	
200	Контрольная	Стол	
210	Хромирование		
220	Контрольная	Стол	
230	Суперфиниш	2К34	Абразивные бруски БКА 20х150; 24А М28П СМ1 11КБ пропитан серой ГОСТ 2456-82

Окончание табл. 9			
0	1	2	3
240	Полировальная	Верстак слесарный Н2.007	ПШМ ИП2020 ТУ 22-166-89; Головка шлифовальная ГОСТ 2447-82; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; Угломер 1 - 2 ГОСТ; Шаблон 50699/1 радиусный
250	Протирочная	Стол	Салфетка X/б ГОСТ 29298-92
260	Контрольная	Стол	
270	Слесарная (консервация)	Стол	

3.5.3.5 Формирование структуры технологического процесса. Структура технологического процесса обработки детали зависит от типа производства и определяется рядом факторов. К таким относят следующие:

Количество обрабатываемых деталей и последовательность их обработки. На технологической операции одновременно могут обрабатывать одну (рисунок 3.10) или несколько деталей (рисунок 3.11). В процессе обработки одной детали она может последовательно занимать несколько фиксированных положений по отношению к инструменту. При одновременной же обработке нескольких деталей операцию могут выполнить на одной либо на нескольких позициях. В каждой позиции детали при обработке могут располагать по одному или нескольким потокам. Если детали располагают в один поток, то они могут вступать в обработку только последовательно. Многопоточное расположение деталей позволяет выполнять параллельную или последовательно-параллельную их обработку.

Способ установки заготовки в приспособление может быть автоматическим; вручную поочерёдно каждой детали; предварительно вручную вне станка в кассету, на оправку, на плите и др.; вручную на загрузочной позиции

Все факторы определяют, так или иначе, степень концентрации. Степень концентрации экономически должна быть тем выше, чем выше требуется производительность. Таким образом, чем больше заданный объём выпуска деталей, тем выше должна быть концентрация операций. Обоснование выбора структуры операции из вариантов выполняют на основе анализа технической организационной и экономической их целесообразности.

Техническая целесообразность определяется возможностью достижения при их использовании требований к точности и качеству поверхностного слоя, а также высокой производительности труда.

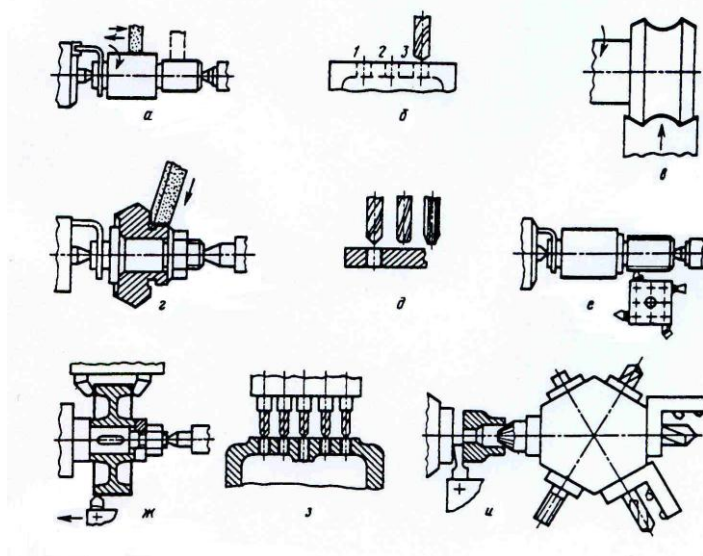


Рисунок 3.10 - Одноместная обработка (I).

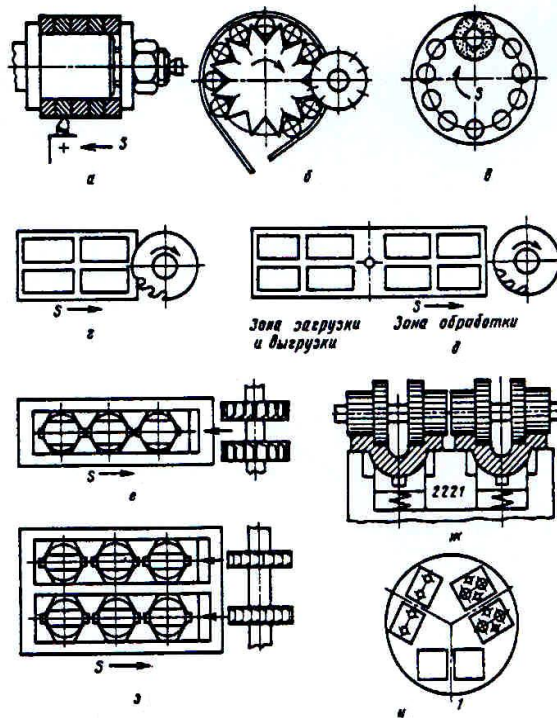


Рисунок 3.11 - Многочестная обработка (II).

На основе выбранных методов обработки поверхностей детали обучающимся необходимо сформировать 2-3 альтернативных варианта маршрута механической обработки, отличающихся друг от друга методами обработки или содержанием технологических операций.

Пример структуры одной технологической операции для детали «Шток» (см. рисунок 3.1) представлен на рис 3.12.

Варианты маршрутов обработки со схемами базирования и установки заготовок по всем операциям должны быть представлены на листах графической части.

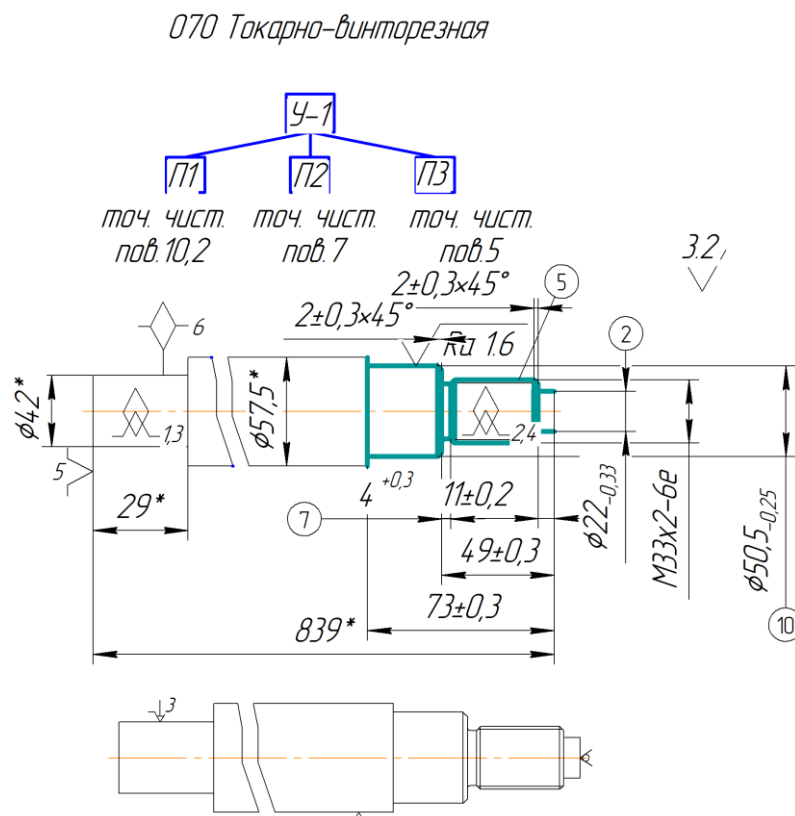


Рисунок 3.12 - Структура операции со схемой базирования и установки детали «Шток».

3.5.3.6 Расчет режимов резания аналитическим методом. Рассчитанные или выбранные режимы резания при выполнении технологической операции должны обеспечивать требуемую точность обработки при максимальной производительности труда и минимальной себестоимости.

При выборе режимов обработки необходимо придерживаться определённого порядка, т. е. при назначении и расчёте режима обработки учитывают тип и размеры режущего инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип оборудования и его состояние. Следует помнить, что элементы режимов обработки находятся во взаимной функциональной зависимости, устанавливаемой эмпирическими формулами.

При расчёте режимов резания сначала устанавливают глубину резания в миллиметрах. Глубину резания назначают по возможности наибольшую, в зависимости от требуемой степени точности, шероховатости обрабатываемой поверхности и технических требований на изготовление детали. После установления глубины резания устанавливается подача станка. Подачу назначают максимально возможную с учётом погрешности обработки жёсткости технологической системы, мощности привода станка, степени точности и качества обрабатываемой поверхности по нормативным таблицам. Величину подачи согласовывают с паспортными данными станка. От правильно выбранной подачи во многом зависят точность и качество обработки, и производительность труда. Для черновых технологических операций назначают максимально допустимую подачу.

После установления глубины резания и подачи определяют скорость резания по эмпирическим формулам с учётом жёсткости технологической системы.

Аналитический расчёт режимов резания производится с учётом необходимых поправочных коэффициентов на две технологические операции.

Для остальных операций технологического процесса механической обработки детали режимы резания определяются по табличным нормативам соответствующей учебной и справочной литературы.

После назначения режимов резания необходимо провести проверку станка на мощность. Потребная мощность для резания не должна превышать фактической мощности электродвигателя станка. При недостаточной мощности привода станка рекомендуется уменьшить скорость резания или перенести обработку на более мощное оборудование.

При выполнении курсового проекта подробный расчет режимов резания, как правило, приводится в расчетно-пояснительной записке на две разнотипных операции. Методика расчета режимов резания при обработке на станках различных типов достаточно подробно изложена в технической литературе [3;5;8;9;16].

3.5.3.7 Расчет норм времени. Под техническим нормированием понимается установление нормы времени на выполнение определенной работы. Техническая норма времени, определяющая затраты времени на обработку (сборку), служит основой для оплаты работы, калькуляции себестоимости детали и изделия. На основе технических норм времени рассчитываются длительность производственного цикла, необходимое количество станков, инструментов и рабочих, определяется производственная мощность цехов или участков. Норма времени является одним из основных факторов для оценки совершенства технологического процесса и выбора наиболее прогрессивного варианта обработки заготовки.

При выполнении курсового проекта все операции механической обработки, для которых рассчитывались или выбирались режимы резания, обязательно подлежат техническому нормированию. При этом для трех разнотипных операций выполняется подробный поэлементный расчет штучного или штучно-калькуляционного времени, который приводится в расчетно-пояснительной записке. Для остальных операций рассчитанные нормы времени, без подробного пояснения, оформляются в таблицах расчетно-пояснительной записки и заносятся в операционные и маршрутные карты технологического процесса.

В единичном, мелкосерийном и среднесерийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени ($t_{ш-к}$), а в массовом и крупносерийном – норма штучного времени ($t_{ш}$):

$$t_{и-к} = t_{ум} + \frac{T_{n-3}}{n}; \quad (38)$$

$$t_{ум} = t_o + t_г + t_{об} + t_{ом}, \quad (39)$$

где T_{n-3} - подготовительно-заключительное время, определяемое на партию деталей, мин; t_o - основное время, рассчитываемое для каждой операции на основании назначенных режимов резания, мин; $t_г$ - вспомогательное время, определяемое по нормативам, мин; $t_{об}$ - время на обслуживание рабочего места, мин; $t_{ом}$ - время перерывов на отдых и личные физические потребности человека, мин.

Подготовительно-заключительное время (T_{n-3}) включает время на ознакомление рабочего с работой и на чтение чертежа; время на подготовку рабочего места, настройку станка, инструмента и приспособления для обработки заданной партии деталей; время на пробную обработку заготовок; время на снятие инструмента и приспособления со станка по окончании обработки данной партии деталей. Для определения величины подготовительно-заключительного времени при работе на станках с ручным управлением можно воспользоваться общемашиностроительными нормативами времени или технической литературой [8;9].

Подготовительно-заключительное время при работе на станках с ЧПУ, оснащенных устройством автоматической смены режущих инструментов, включает время на получение и изучение технологической документации, которое для всех моделей станков с ЧПУ принимается равным 12 мин; время на ввод управляющей программы с пульта оператора, равное примерно 25 мин, и привязку инструментов к системе координат станка (около 20 мин); время, необходимое для проверки управляющей программы в пошаговом режиме (примерно 10 мин). Кроме того, в подготовительно-заключительное время, как и при работе на станках с ручным управлением, включается время на получение и сдачу инструментов, приспособлений, а также время на обработку пробных деталей. Ориентировочно величину T_{n-3} при работе на станках с ЧПУ можно определить из технической литературы.

Основное время t_o затрачивается на непосредственное изменение размеров, формы и качества обрабатываемой заготовки или на соединение деталей при сборке. Основное время может быть машинным, если процесс обработки совершается только станком, без непосредственного участия рабочего, и машинно-ручным или ручным, если процесс обработки ведется при непосредственном управлении инструментом или перемещении детали рукой рабочего. Расчет основного времени производится по формулам, установленным на основании кинематики используемого метода обработки и выбранных режимов резания, приведенных в литературе [16]. В некоторых случаях допускается принимать основное время по данным хронометража. Как правило, это имеет место при закруглении или притирке зубьев зубчатых колес, при зубострогании, круговом протягивании зубьев, суперфинишировании и внутреннем бесцентровом шлифовании.

При определении основного времени многоинструментальных работ и работ на многошпиндельных станках допускается введение корректирования (в сторону уменьшения) режимов резания для нелимитированных по продолжительности обработки инструментов. Корректирование желательно осуществлять за счет некоторого уменьшения скорости резания. Снижение скорости на нелимитированных инструментах значительно облегчает условия их работы и экономит время на смену или переточку. Определяя основное время, необходимо учитывать одновременность работы суппортов и не включать в расчет перекрывающиеся времена.

Вспомогательное время ($t_г$) затрачивается на различные действия, обеспечивающие выполнение основной работы.

При определении величины вспомогательного времени суммируются следующие его элементы: время на установку и снятие заготовки; время на пуск и остановку станка, включение и выключение подачи, изменение частоты вращения, поворот и перемещение частей станка и приспособлений, смену инструмента, быстросменных кондукторных втулок и другие приемы, непосредственно обеспечивающие выполнение обработки; время на измерение деталей. При обработке

на станках с ЧПУ вспомогательное время дополнительно может включать время на позиционирование, ускоренное перемещение рабочих органов станка, подвод и отвод режущих инструментов в зоне обработки, смену режущих инструментов. Эти составляющие вспомогательного времени зависят от скорости и длины перемещений рабочих органов, от компоновки основных элементов станка и конструкции вспомогательных устройств. Вспомогательное время может быть перекрываемым. Если вспомогательные работы выполняют не в процессе обработки заготовки, то такое вспомогательное время называют перекрываемым. Если же часть вспомогательных работ выполняют в процессе обработки заготовки, то эта часть вспомогательного времени называется перекрываемой. При расчете нормы штучного или штучно-калькуляционного времени учитывают лишь ту часть вспомогательного времени, которая не может быть перекрыта основным машинным временем.

Определение вспомогательного времени производится по общемашиностроительным нормативам или технической литературе [8;16].

При использовании многооперационных станков, оснащенных многопозиционными столами со сменными паллетами – спутниками, вместо времени на установку и снятие заготовки во вспомогательное время включается время на смену паллеты и перемещение стола в рабочую позицию.

Сумма основного и вспомогательного времени называется оперативным временем.

Время на обслуживание рабочего места ($t_{об}$) состоит из времени на техническое и организационное обслуживание. Время технического обслуживания затрачивается на смену затупившегося и отработавшего режущего инструмента, на правку шлифовального круга, на регулировку и подналадку станка во время работы, ввод исходных данных и коррекций в систему ЧПУ, уборку стружки из зоны резания. Время на организационное обслуживание включает затраты времени на раскладку инструмента в начале смены и уборку его в конце смены, осмотр и опробование оборудования, получение инструктажа в течение рабочего дня, смазку и чистку станка, уборку рабочего места в конце смены.

Время на обслуживание рабочего места может устанавливаться по нормативам или определяться в процентах от оперативного времени: 4-8% - для станков с ручным управлением и 6-12% - для станков с ЧПУ.

Время перерывов на отдых и личные физические потребности ($t_{ом}$) зависит от массы обрабатываемой заготовки, величины оперативного времени, характера подачи (ручная или механическая), регламентируется законодательством и исчисляется в процентах к оперативному времени. Для механических цехов это время составляет 2-4% к оперативному времени.

Иногда в технической литературе задается суммарное значение времени на обслуживание рабочего места и перерывы на отдых и физические потребности, которое в зависимости от конкретных условий производства может составлять 8-14% от оперативного времени.

Необходимые данные по определению $t_{г}$, $t_{об}$, $t_{ом}$ приведены в приложении.

Пример. Исходные данные: деталь – «Крышка» (рис. 3.13); материал – 45, $\sigma_{г} = 680$ МПа; заготовка - штамповка массой 1,2 кг; оборудование – вертикально-сверлильный станок (модель 2Н125); приспособление – кондуктор с накладной кондукторной плитой и эксцентриковым зажимом; обработка – с охлаждением; размер партии - 200 шт.

Содержание операции.

Установить и снять деталь.

1. Сверлить два отверстия $D_o = 17,5$ мм. Режущий инструмент сверло $D_c = 17,5$ мм из стали P18 с двойной подточкой перемычки ДП. Измерительный инструмент – штангенциркуль.

Последовательность расчета.

1. Режущий инструмент устанавливается из условия, что для сплошного сверления отверстий на проход в детали из стали 45 при нормальной жесткости технологической системы рекомендуются сверла из твердого сплава Т5К10 или из стали P18.

Принимаем сверло из стали P18 как наиболее распространенное.

Для сверл диаметром до 20 мм при обработке стали форма заточки двойная, с подточкой перемычки.

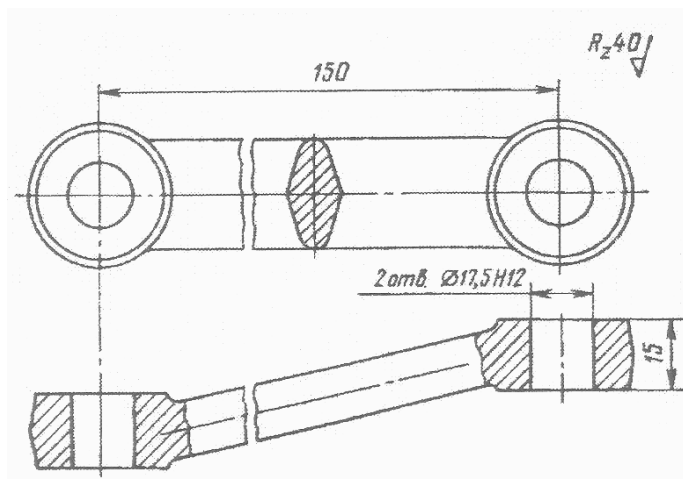


Рисунок 3.13 - Чертеж детали «Тяга».

3. Размеры обработки и расчетная глубина обработки определяются по чертежу детали. Диаметр отверстия $D_o = 17,5$ мм.

Глубина сверления $l = 15$ мм.

Расчетная глубина обработки определяется по формуле $L = l + l_1$, (40)

где l_1 - величина резания и перебега, равная 8 мм.

Таким образом, $L = 15 + 8 = 23$ мм.

Глубина резания t при сверлении в сплошном металле определяется как

$$t = \frac{D}{2} \quad (41)$$

$$\text{т.е. } t = \frac{17,5}{2} = 8,75 \text{ мм.}$$

4. Подача s_o определяется из условия, что при обработке стали с пределом прочности менее $\sigma_s = 80$ МПа сверлом диаметром до 20 мм, для жесткой детали с припуском под последующую обработку отверстия устанавливается подача $s_o = 0,35 \dots 0,43$ мм/об.

Далее подача уточняется по паспортным данным станка. Ближайшее значение подачи на станке $s_o = 0,4$ об/мин.

В данном примере проверка по осевой силе, допускаемой прочностью механизма подачи станка, не производится.

5. Скорость резания V определяется из условия: для стали 45 $\sigma_s = 680$ МПа при сверлении отверстия диаметром до 20 мм и длине 15 мм сверлом из стали P18 с подачей 0,4 мм/об. $V = 27,5$ м/мин. Поправочный коэффициент на механическую характеристику стали $k_{mv} = 1$.

6. Частота вращения шпинделя определяется по формуле

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi D} = \frac{27,5 \cdot 1000}{3,14 \cdot 17,5} = 500 \text{ об/мин.} \quad (42)$$

Ближайшая имеющаяся частота вращения по паспорту станка $n = 500$ об/мин.

7. Фактическая скорость резания определяется по формуле

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 17,5 \cdot 500}{1000} = 27,47 \text{ м/мин.}$$

8. Минутная подача s_m определяется по формуле

$$s_m = s_o \cdot n = 0,4 \cdot 500 = 200 \text{ мм/мин.} \quad (43)$$

9. Число проходов $i = 2$, так как сверлится два отверстия.

10. По выбранным режимам резания проверяется мощность, необходимая для выполнения данной операции. При $\sigma_s = 680$ МПа, диаметре сверла D_c до 20 мм, подаче $s_o = 0,4$ мм/об, скорости резания $V = 27,5$ м/мин мощность на резание $N = 1,8$ кВт.

По паспорту вертикально-сверлильного станка модели 2Н125 мощность двигателя $N_{д} = 2,8$ кВт и КПД = 0,8.

Мощность электродвигателя с учетом КПД станка $N_{э} = 2,8 \cdot 0,8 = 2,24$ кВт. Следовательно, установленный режим резания при такой мощности осуществим.

1. Основное технологическое время обработки определяется по формуле

$$T_o = \frac{L}{ns_o} i, \text{ или } T_o = \frac{L}{s_m} i = \frac{23}{200} \cdot 2 = 0,23 \text{ мин.} \quad (44)$$

2. Вспомогательное время определяется по элементам:

а) вспомогательное время на установку и снятие детали при массе детали до 3 кг равно 0,12 мин, на крепление накидной крышки кондуктора рукояткой эксцентрикового зажима 0,07 мин, т.е. $t_{в.у.} = 0,12 + 0,07 = 0,19$ мин;

б) вспомогательное время, связанное с переходом, при сверлении по кондуктору с механической подачей $t_{в.пер.} = 0,08$ мин;

в) вспомогательное время, связанное с переходом на приемы, не вошедшие в комплекс, т.е. время на управление станком. Например, включение и выключение вращения шпинделя – 0,02 мин, перемещение детали с кондуктором - 0,015 мин, т.е. $t_{в.упр.} = 0,02 + 0,015 = 0,035$ мин;

г) вспомогательное время на контрольные измерения [8] $t_{в.изм.} = 0,20$ мин.

Общее вспомогательное время на операцию

$$T_в = (t_{в.у.} + t_{в.пер.} + t_{в.упр.} + t_{в.изм.}) = 0,19 + 0,08 + 0,035 + 0,20 = 0,5 \text{ мин,} \quad (45)$$

$$\text{оперативное время } T_{оп} = T_o + T_в = 0,23 + 0,5 = 0,73 \text{ мин.} \quad (46)$$

13. Время на обслуживание рабочего места ($t_{об} = 4\%$)

$$T_{об} = T_{оп} \frac{t_{об}}{100} = 0,73 \cdot 0,04 = 0,029 \text{ мин.} \quad (47)$$

14. Время перерывов на отдых и личные надобности ($t_{о.л.н.} = 4\%$)

$$T_{о.л.н.} = T_{оп} \frac{t_{о.л.н.}}{100} = 0,73 \cdot 0,04 = 0,029 \text{ мин.} \quad (48)$$

15. Норма штучного времени определяется по формуле

$$T_{ш} = T_{оп} \left(1 + \frac{t_{об} + t_{о.л.н.}}{100} \right) = 0,73 \cdot \left(1 + \frac{4 + 4}{100} \right) \cong 0,8 \text{ мин.} \quad (49)$$

16. Подготовительно- заключительное время на партию:

а) на наладку станка, приспособления и инструмента - 13 мин;

б) на получение инструмента и приспособления до начала и сдачу их после окончания работы - 5 мин.

Итого: $T_{п.з.} = 13 + 5 = 18$ мин.

17. Штучно-калькуляционное время на операцию определяется по формуле

$$T_{ш.к.} = T_{ш} + \frac{T_{п.з.}}{200} = 0,8 + \frac{18}{200} = 0,8 + 0,09 = 0,89 \text{ мин.} \quad (50)$$

3.6 Конструкторская часть.

Расчет и проектирование средств технологического оснащения

3.6.1 Разработка технических заданий на проектирование специальных средств технологического оснащения. Разработка маршрутно–операционного или операционного технологического процесса изготовления детали завершается в курсовом проекте проектированием станочного или, в отдельных случаях, контрольного приспособления.

3.6.2 Расчет и проектирование станочных приспособлений. Изучив известные технические решения и исходные данные, обучающийся приступает к проектированию приспособления.

На этом этапе курсового проектирования перед ним стоит задача – создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям эксплуатации конструкцию приспособления.

Проектирование приспособления рекомендуется производить в последовательности, определяемой справочной и учебной литературой [1], [6].

3.6.3 Расчет приспособления. Расчет приспособления производится в следующей последовательности.

3.6.3.1 Расчет составляющих сил резания. Расчет составляющих сил резания по величине и направлению необходим для составления схемы зажимного устройства, поэтому является одним из ответственных этапов проектирования приспособления. На этом этапе рассчитывают составляющие силы резания, уточняют их направление и точки приложения на расчетной схеме приспособления.

3.6.3.2 Расчет силы зажима. Согласно принятой расчетной схеме рассчитывают силу зажима, учитывая при этом, если необходимо, массу заготовки и составляющие силы резания. Расчетные факторы (коэффициенты трения, жесткости зажимного устройства и установочных элементов, коэффициент запаса) принимаются или рассчитываются по справочной литературе [11], [6].

3.6.3.3 Расчет допустимой погрешности установки заготовки в приспособлении.

3.6.3.4 Расчет механизмов зажима и силового привода. По найденной силе зажима, в зависимости от конструкции заготовки, вида оборудования и типа производства выбирают зажимные механизмы и рассчитывают параметры силового привода.

3.6.3.5 Расчет фактической погрешности установки заготовки в приспособлении.

3.6.3.6 Расчет точности приспособления. На этом этапе производят расчеты точности приспособления, обосновывающие технические требования к его изготовлению.

3.6.3.7 Разработка чертежа общего вида приспособления. При оформлении графической части проекта выполняются следующие этапы:

- согласно принципиальной расчетной схеме вычерчивают контур обрабатываемой заготовки (М 1:1) в необходимом количестве проекций, расположенных на расстоянии, достаточном для дальнейшего нанесения деталей приспособления. Контур обрабатываемой заготовки вычерчивают штрихпунктирной линией, заготовка считается условно прозрачной. Чертеж заготовки на главном виде должен соответствовать рабочему положению заготовки при обработке на станке;

- вычерчивают контур выбранных установочных элементов приспособления (штыри, планки, пальцы, призмы, оправки и т.п.). При размещении опор следует учитывать принятую схему ба-

3.6.4 Пример проектирования станочного приспособления

Методику составления расчетной схемы приспособления и определения сил зажима рассмотрим на примере приспособления для расточки $\Phi 58H9$ (рисунок 3.15).

В качестве технологической оснастки выбираем клиновой самоцентрирующий трехкулачковый патрон. Патроны самоцентрирующие предназначены для базирования заготовок деталей типа «короткий валик», «фланец», «гильза» и т.д. при их обработке на многоцелевых токарно-фрезерно-сверлильных станках с ЧПУ.

Патрон трехкулачковый самоцентрирующий клиновой, в отличие от патронов с рычажным зажимом сближения кулачков, производится затягиванием гильзы 1, соединенной через болт 2 с пневматическим приводом, имеющим наклонные пазы, связанные с клиновыми выступами кулачков 3. При угле наклона пазов 15° усилие зажима по сравнению с осевым усилием (для каждого кулачка) возрастает в 3-4 раза. Фиксатор 4 удерживает гильзу относительно корпуса. Для смены кулачков необходимо повернуть гильзу так, чтобы выступы клиньев вышли из зацепления с гильзой. К патронам для токарных станков с ЧПУ предъявляются следующие требования:

- 1) высокая точность и жесткость, обеспечивающая возможность использования полной мощности станка при черновой обработке;
- 2) быстродействие зажима-разжима заготовки;
- 3) быстрая переналадка на требуемый диаметр;
- 4) быстрая замена каленых кулачков сырыми;
- 5) снижение или даже исключение влияния центробежных сил на уменьшение силы зажима при высоких частотах вращения шпинделя;
- 6) наличие достаточно большого отверстия для возможности обработки прутковых заготовок;
- 7) широкая универсальность, обеспечивающая установку заготовок различных форм и размеров;
- 8) быстрая переналадка с патронных на центровые работы.

3.6.4.1 Расчет приспособления на точность

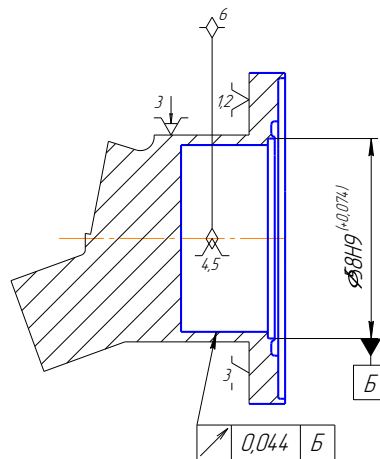


Рисунок 3.15 - Схема базирования и установки детали «Крышка».

Определим необходимую точность приспособления при растачивании отверстия поверхности 23 в размер $\Phi 58H9 (+0,074)$ мм.

1. Погрешность базирования $W_6=0$, т.к. технологическая база совпадает с конструкторской базой.
2. Погрешность закрепления $W_3=0,024$ мм, сила зажима направлена на базовую поверхность и имеется возможность незначительных упругих деформаций базовой поверхности при усилении закрепления, а также допуск на перпендикулярность оси приспособления [7].
3. Погрешность установки фактическая $W_y=W_6+W_3=0+0,024=0,024$ мм.
4. Суммарная погрешность обработки $W_{тс}=0,005$ мм, с учетом коэффициента рассеивания 0,7.
5. $W_{тс}=0,7 \cdot 0,005=0,0035$ мм.

6. Допустимая погрешность установки:

$$[W_y] = \sqrt{T^2 - W_{mc}^2} = \sqrt{0,0444^2 - 0,0035^2} = 0,044 \text{ мм.}$$

$$T = 0,6 \cdot Tr = 0,6 \cdot 0,074 = 0,044 \text{ мм.}$$

Следовательно, $W_{tc} \ll [W_y]$, и предлагаемая схема базирования допустима.

7. Суммарная погрешность приспособления

$$W_{np} = T - \sqrt{W_y^2 + K^2 W_{mc}^2} = 0,044 - \sqrt{0,024^2 + 0,5^2 \cdot 0,0035^2} = 0,02 \text{ мм.}$$

8. Погрешность собранного приспособления:

$$T_c = W_{np} - (\varepsilon_y + \varepsilon_\delta + \varepsilon_3),$$

где ε_δ – погрешность базирования, равная нулю, так как измерительная база используется в качестве технологической базы;

ε_3 – погрешность закрепления – это смещение измерительной базы под действием сил зажима, $\varepsilon_3 = 0$,

W_{np} – погрешность элементов приспособления, зависящая от точности их изготовления.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2 + \Delta_6^2},$$

Δ_1, Δ_3 – погрешности, возникающие вследствие неточности изготовления размеров A_1 и A_3 ($\Delta_1 = 0,013$ мм, $\Delta_3 = 0,008$ мм),

$\Delta_2, \Delta_4, \Delta_6$ – погрешности из-за колебания зазоров в сопряжениях ($\Delta_2 = 0,009$ мм, $\Delta_4 = 0,013$ мм),

Δ_5 – погрешность, появляющаяся из-за неточности изготовления клиньев.

$$\Delta_5 = A \cdot \sin \Delta \beta = 0,01$$

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{0,021^2 + 0,012^2 + 0,015^2 + 0,021^2 + 0,01^2} = 0,02 \text{ мм}$$

$$T_c = 0,02 - (0 + 0 + 0,02) = 0$$

3.6.4.2 Силовой расчет приспособления

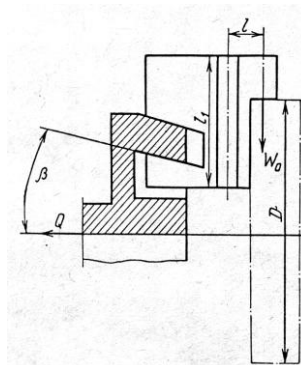
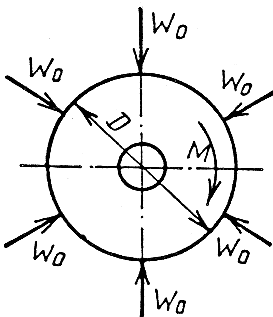


Рисунок 3.16 - Сила зажима коротких деталей. Рисунок 3.17 - Клиновой привод приспособления.

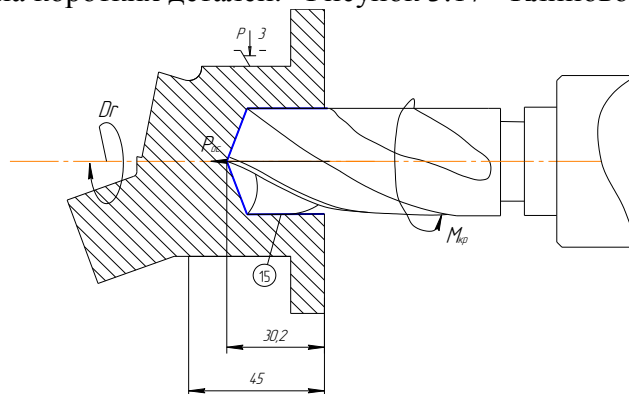


Рисунок 3.18 - Схема рассверливания отверстия детали «Крышка».

Учет передаточных отношений сил механизма из условия равновесия клина:

$$W_0 = \frac{2kM}{\pi \cdot f \cdot D},$$

где W_0 – сила зажима в кгс;

k – коэффициент запаса (1,05);

M – крутящий момент от усилия резания;

f – коэффициент трения на рабочих поверхностях кулачков (для кулачков с гладкой поверхностью $f = 0,25$; с кольцевыми канавками $f = 0,35$; с крестообразными канавками $f = 0,45$; с односторонне нарезанными зубьями параллельно оси патрона $f = 0,8$);

n – количество кулачков;

D – диаметр зажимной поверхности;

$$W_0 = \frac{2 \cdot 1,05 \cdot 60,6}{3 \cdot 0,25 \cdot 60} = 2,828 \text{ кгс}$$

Усилие зажима при рассверливании отверстия поверхности 23 Ф48 мм:

$$Q = nk_1 \left(1 + \frac{3l}{l_1} f_1 \right) \frac{a}{b} W_0 \frac{D_1}{D},$$

где

W_0 – требуемое усилие зажима на каждом кулачке в зависимости от диаметра обработки;

n – количество кулачков;

k_1 – коэффициент, учитывающий дополнительные силы трения в патроне, $k_1 = 1,05$;

2α – угол призмы кулачка, при $2\alpha = 90^\circ$ и радиусных кулачках $\sin \alpha = 1$,

D_1 – диаметр обрабатываемой поверхности;

D – диаметр зажимной поверхности;

l – вылет кулачка от его опоры до центра приложения усилия зажима;

l_1 – длина направляющей части кулачка;

β – угол клина, град, $\beta = 15^\circ$;

f_1 – коэффициент трения в направляющих кулачков, $f_1 = 0,10 \dots 0,15$;

$$Q = 3 \cdot 1,05 \left(1 + \frac{3 \cdot 55}{63} 0,12 \right) \frac{45^\circ}{15^\circ} \cdot 2,828 \cdot \frac{48}{60} = 25,89 \text{ кгс}$$

Определяем усилие зажима пневмоцилиндра при осевой силе резания.

$P_0 = 3314,6$ Н, давление сжатого воздуха $p = 0,4$ МПа.

Коэффициент запаса:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

где, K_0 – гарантированный коэффициент запаса надежности, $K_0 = 1,5$;

K_1 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания, $K_1 = 1$;

K_2 – коэффициент, учитывающий затупление режущего инструмента, $K_2 = 1,2$;

K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при прерывистом резании, $K_3 = 1,2$;

K_4 – коэффициент, который учитывает постоянство зажимного усилия, $K_4 = 1$;

K_5 – коэффициент, который характеризует эргономику ручных ЗМ, $K_5 = 1$;

$K_6 = 1$ – коэффициент, который учитывается только при наличии моментов.

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,8$$

Принимаем $K_3 = 2,5$ – учет потерь на трение.

Необходимая сила зажима заготовки

$$Q_{\text{пр}} = P_0 \cdot K_i \cdot Q \cdot \eta = 3314,6 \cdot 2,5 \cdot 2,13 \cdot 1,43 = 25240 \text{ Н}$$

Диаметр пневмоцилиндра:

$$D_n = \sqrt{\frac{Q_{\text{пр}}}{0,785 p \eta}} = \sqrt{\frac{25240}{0,785 \cdot 0,4 \cdot 0,85}} = 297,6 \text{ мм}$$

где p – давление сжатого воздуха 0,4 МПа

$\eta = \text{КПД} = 0,85$

Стандартный двух сторонний пневмоцилиндр $D = 300$ мм.

Действительная сила зажима пневмоцилиндра

$$Q_n = 0,785 \cdot D_m^2 \cdot \rho \cdot \eta = 0,785 \cdot 300^2 \cdot 0,85 \cdot 0,4 = 27021\text{Н}$$

Ход поршня $L = 15$ мм.

Тогда время срабатывания поршневых пневмоприводов определяется по следующей зависимости:

$$T_c = \frac{D \cdot L}{d_o^2 \cdot V},$$

где D – диаметр цилиндра,

L – длина хода поршня,

d_o – диаметр воздухопровода:

$$d_o = 2 \sqrt{\frac{V}{\pi \cdot V \cdot t}} = 2 \sqrt{\frac{45000}{3,15 \cdot 200 \cdot 0,5}} = 80\text{мм}$$

V – объем сжатого воздуха,

d – время, необходимое для заполнения полости пневмоцилиндра, сек.,

V – скорость воздуха (150-250 м/сек)

$$T_c = \frac{300 \cdot 15}{80^2 \cdot 150} = 0,37\text{сек}$$

При проектировании контрольного приспособления весьма важно уже на этапе разработки принципиальной схемы контрольного приспособления оценить все составляющие погрешности измерения:

$$\omega_{\text{изм}} = \omega'_y + \Delta_{\text{п.у}} + \Delta_{\text{э}} + \Delta_{\text{пр}}$$

где ω'_y - погрешность установки детали в контрольном приспособлении;

$\Delta_{\text{п.у}}$ - погрешность передаточных устройств контрольного приспособления;

$\Delta_{\text{э}}$ - погрешность эталонной детали, служащей для контроля приспособления;

$\Delta_{\text{пр}}$ – погрешность измерительного прибора.

Точность спроектированного приспособления должна удовлетворять условию:

$$\omega_{\text{изм}} \leq \omega_{\text{доп}},$$

где $\omega_{\text{доп}}$ - допустимая погрешность измерения - определяется в зависимости от качества согласно ГОСТ 8.051 – 81, $\omega_{\text{доп}} = (0,2 - 0,35) T [6]$, где T – допуск на измеряемый параметр детали.

3.7 Оформление графической части

Качество графической части проекта, внешний вид чертежей, легкость и безошибочность их чтения во многом зависят от точного соблюдения правил, установленных в стандартах Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Все чертежи проекта выполняются с помощью компьютерной графики. Толщина сплошной основной линии должна быть в пределах 1-1,5 мм, в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа. Цифры, буквы и знаки должны быть отчетливы, их начертание и размеры соответствовать ГОСТ 2.304-81. Проект выполняется на листах чертежной бумаги формата А1 (594x841) по ГОСТ 2.301-88 (этот формат принят в качестве единицы измерения объема графической части выпускной квалификационной работы). Рекомендуется масштаб чертежей 1:1, так как он обеспечивает лучшее представление о действительных размерах элементов конструкций. Применение других масштабов (1:2 или 2: 1 по ГОСТ 2.302-88) в каждом конкретном случае решается студентом совместно с руководителем проекта.

Перечень обязательного графического материала указан в задании на курсовое проектирование и включает в себя:

- 1 лист (A4) - Рабочий чертеж детали (рис.3.19).
- 2 лист (A4) - Чертеж заготовки (рис.3.20).
- 3 лист (A4) - Технологический чертеж детали (рис.3.21).
- 4 лист (A1) - Технологический процесс изготовления детали для условий мелкосерийного производства со схемами базирования и установки (рис.3.22).
- 5 лист (A1) - Эскизы обработки нескольких операций по переходам с расчетом основного и штучного времени (рис.3.23, 3.24).
- 6 лист (A1) - Чертеж приспособления (рисунок 3.25).

Рабочие чертежи деталей и заготовок выполняются с помощью компьютерной графики на листах чертежной бумаги формата А4 (210x297), А3 (420x297), А2 (594x420) по ГОСТ 2.301-88. Масштаб, как правило, выдерживается 1: 1. Для изображения деталей и заготовок простой формы размером более 600 мм допускается применение масштаба 1:2. Детали и заготовки сложных форм размером менее 60 мм изображаются в масштабе 2: 1. Чертежи детали и заготовки делают, как правило, отдельно. Чертеж поковки, согласно ГОСТ 7505-89, выполняется отдельно от чертежа детали, чертеж отливки допускается совмещать с ним (ГОСТ 3.1125-88).

Внешнее оформление чертежей, формат, обводка рамок, форма основной надписи, наименование и обозначение самого документа, заполнение отдельных граф должны соответствовать стандартам ЕСКД, принятым образцам и примерам. Количество изображений (видов, разрезов, сечений) на чертеже должно быть минимальным, но вместе с тем и достаточным для полного представления о предмете.

Чертежи детали и заготовки (с техническими требованиями) должны содержать все данные, необходимые для их изготовления, контроля и приемки. Выполняются они в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД (ГОСТ 3.1125-88, ГОСТ 7505-89, ГОСТ 2590-88, ГОСТ 8479-70).

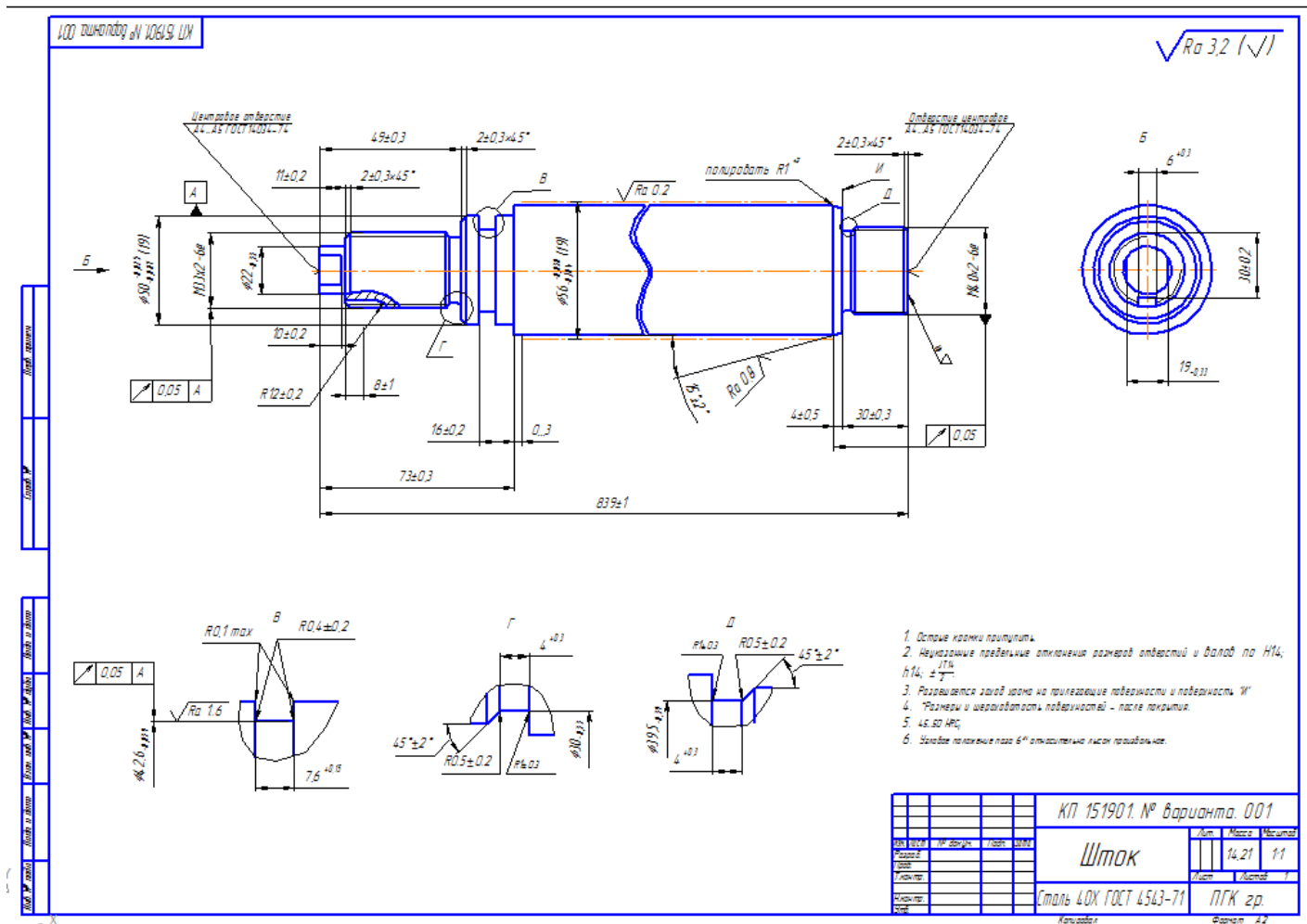


Рисунок 3.19 - Рабочий чертеж детали «Шток».

Чертеж заготовки разрабатывается на основании чертежа готовой детали с учетом припусков, допусков и напусков в том же масштабе, который принят для изображения детали: выполняется в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. Контур заготовки вычерчивают сплошными контурными линиями по номинальным размерам. Готовую деталь на чертеже заготовки наносят сплошной тонкой линией, давая лишь необходимые ее контуры, наглядно показывающие наличие припусков на обработку. Числовые значения припусков также дают на чертеже. Внутренний контур обрабатываемых поверхностей, а также отверстий, впадин и выточек, не выполняемых в отливке, вычерчивают сплошной тонкой линией.

На чертежах готовой детали и заготовки должны быть указаны технические требования. Требования, которые не могут быть выражены на чертеже графическим способом, располагаются на его поле над основной надписью. При этом даются технические требования, предъявляемые к материалу детали, термической обработке, качеству поверхностей, размеры, предельные отклонения размеров, формы, взаимного расположения поверхностей (если не указаны графически) и др. Порядок нанесения технических требований на чертеже регламентируется ГОСТ 2.316-88.

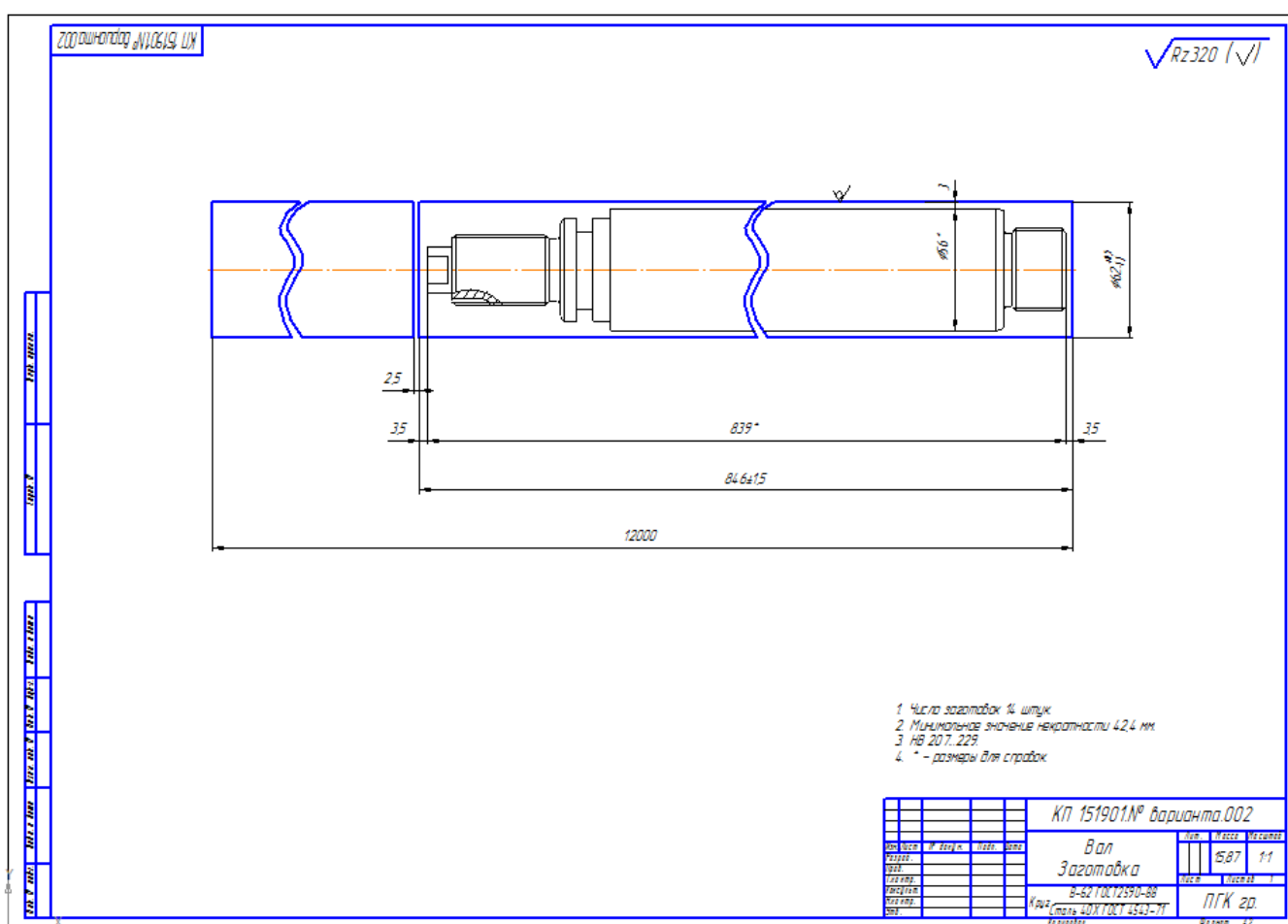


Рисунок 3.20 - Чертеж заготовки детали «Шток».

Для заготовок (поковка, штамповка, отливка) указываются термообработка и твердость, допускаемая величина остатков заусенца, способ очистки поверхности. Глубина внешних дефектов, дефекты формы (сдвиг, эксцентricность сечений и отверстий, кривизна или стрела прогиба, смещение стержней) и другие пространственные погрешности, принятые при расчете припусков на механическую обработку.

В случае, когда чертежи готовой детали и заготовки совмещены, технические требования пишутся раздельно. В графе основной надписи чертежа заготовки над наименованием детали следует писать: ... поковка... или ... отливка.... В случае совмещенного выполнения чертежей детали

и заготовки контур детали вычерчивается сплошными основными линиями, а припуски – сплошными тонкими линиями. При этом направление штриховки припусков, попадающих в разрезы или сечения, принимается одинаковым с направлением штриховки, примененной для этих же разрезов и сечений детали. Припуски, не попадающие в разрезы или сечения, не штрихуются.

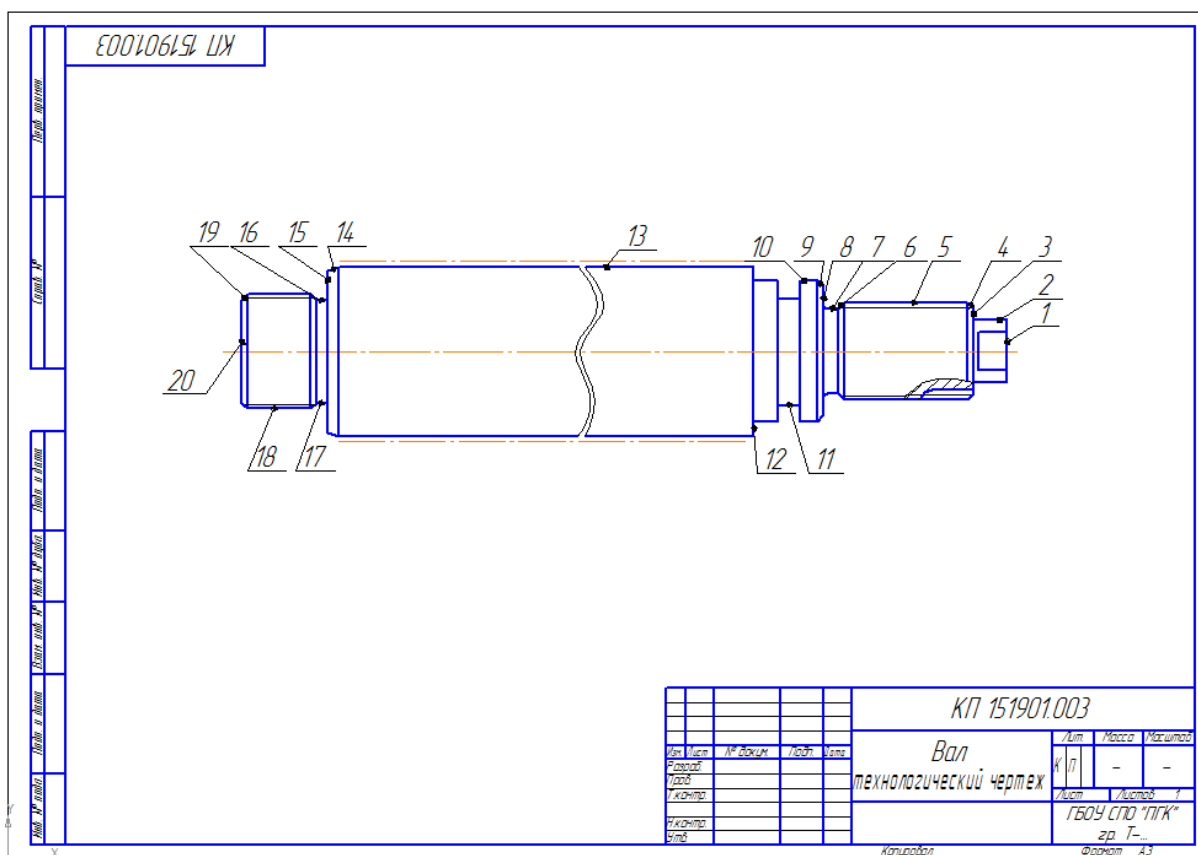


Рисунок 3.21 - Технологический чертёж детали «Шток».

Когда припуск на обработку резанием однозначно определяется одним видом или разрезом, не имеет смысла давать его изображение на других проекциях.

В курсовом проекте для наглядности часть технологических операций или переходов (4-8) изображается на листах чертежной бумаги форматом А1 в виде эскизов обработки. На этих листах приводятся основные наиболее интересные и оригинальные операции технологического процесса, а также те операции, в которые внесены существенные изменения по сравнению с базовым вариантом.

Эскизы обработки должны быть выполнены с необходимым числом проекций, видов и разрезов; в них должны быть показаны устройства для установки режущих инструментов на выдерживаемые размеры и для ограничения их хода. На чертеже показываются конструктивные элементы приспособлений, обеспечивающих установку заготовки в требуемое положение.

Деталь на чертежах - схемах изображается синим цветом. Ее конфигурация должна соответствовать конфигурации, полученной в процессе обработки на данной операции или переходе. Обработанные поверхности детали вычерчиваются красным карандашом или линией удвоенной толщины.

Указываются операционные и настроечные размеры, их предельные отклонения, пара метры шероховатости.

Предпочтительный масштаб изображения 1: 1. Для мелких деталей (часовое, приборное и другие производства) масштаб может быть увеличенным, а для крупных корпусных и других деталей уменьшенным (в отдельных случаях допускается произвольный масштаб).

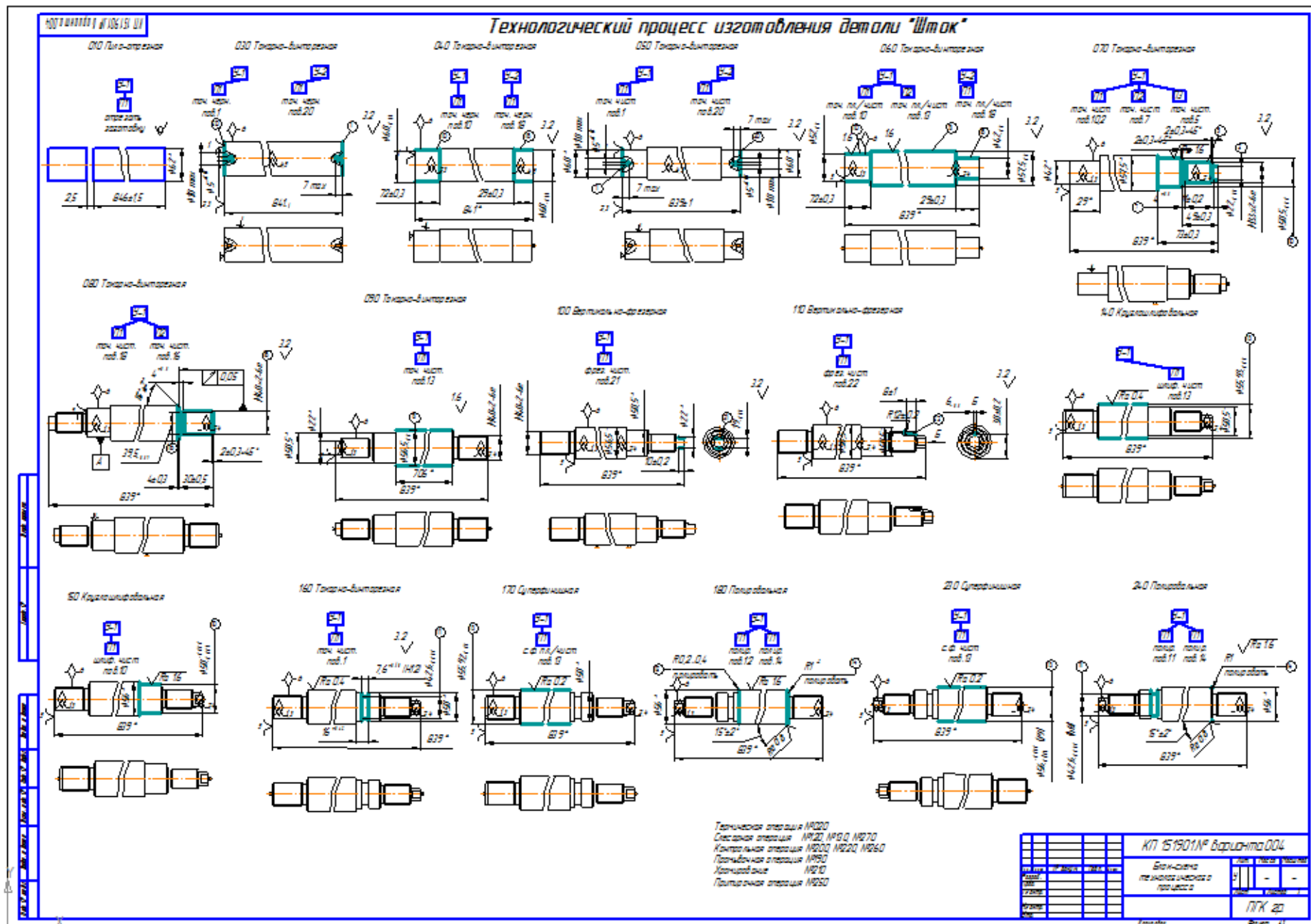


Рисунок 3.22- Технологический процесс изготовления детали «Шток».

Режущий инструмент, применяемый на данном переходе, вычерчивается в конечном положении. Показываются рабочие движения обрабатываемой детали и режущего инструмента, а также циклы движения суппортов или циклограммы движения инструментов.

Допускаются следующие варианты выполнения чертежей эскизов обработки:

- 1) при сложной операции на одном и более листах формата А1;
- 2) при простых операциях - на листах формата А2. При этом эскиз обработки на каждую операцию выполняется как самостоятельный чертеж. Не допускаются разграничения переходов и позиций одной операции.

На листе вычерчивается и заполняется штамп с основной надписью и технологическая таблица, содержащая следующие столбцы: номер операции; номер позиции, переходов; оборудование; режущий инструмент; режимы резания (скорость круга, скорость детали, подача продольная, подача поперечная, глубина резания и др.). При числе характеристик режима резания свыше трех рекомендуется таблицу располагать не над штампом, а на свободном поле листа.

На эскизах обработки изделие показывается обязательно в том положении, в каком проходит указанную в этом документе обработку, и в том виде и с теми размерами, которые приобретает после ее окончания. Дается только то, что необходимо для осуществления данной технологической операции или перехода - технологические базы, места, направления и виды зажимов, размеры с предельными отклонениями, шероховатость поверхностей и технические требования. На эскизах, входящих в состав графической части проекта (на чертежных листах форматом А1), для наглядности приводится упрощенное изображение режущих инструментов в положении окончания обработки. При многоинструментальной обработке на операционном эскизе должны быть показаны все режущие инструменты в том расположении относительно друг друга и обрабатываемой детали, в каком они находятся в конечный момент резания (см. карту наладки). На эскизах, входящих в альбом технологических карт, режущие инструменты даются только в случае многоинструментальной обработки.

Таблицы, схемы и технические требования размещают на свободном поле карты эскизов справа от изображения или под ним. На операционные эскизы масштабы не установлены. Необходимое количество изображений (видов, разрезов, сечений и выносных элементов) на операционном эскизе устанавливается из условия обеспечения наглядности и ясности изображения обрабатываемых поверхностей или для указания взаимного расположения деталей и сборочных единиц в изделии.

Обрабатываемые поверхности следует обводить сплошной линией удвоенной толщины по ГОСТ 2.303-88. По согласованию с руководителем проекта допускается на эскизах обработки контур детали изображать синим цветом, а обрабатываемую поверхность – красным. На операционных эскизах все размеры обрабатываемых поверхностей и выдерживаемые технические требования условно нумеруют арабскими цифрами. Номер поверхности представляют в окружности диаметром 6-8 мм и соединяют с размерной линией.

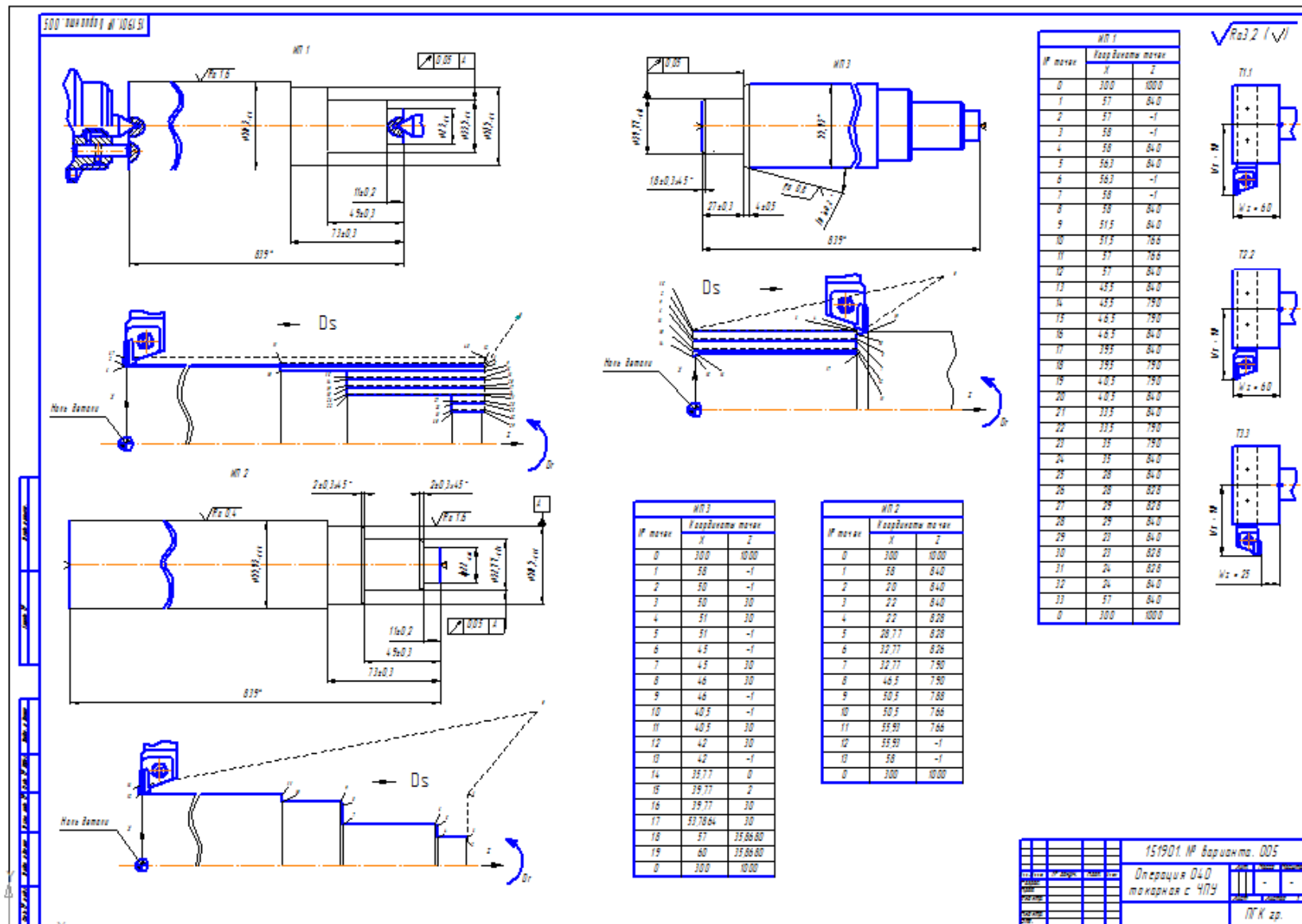


Рисунок 3.23 - Карта наладки обработки детали «Шток».

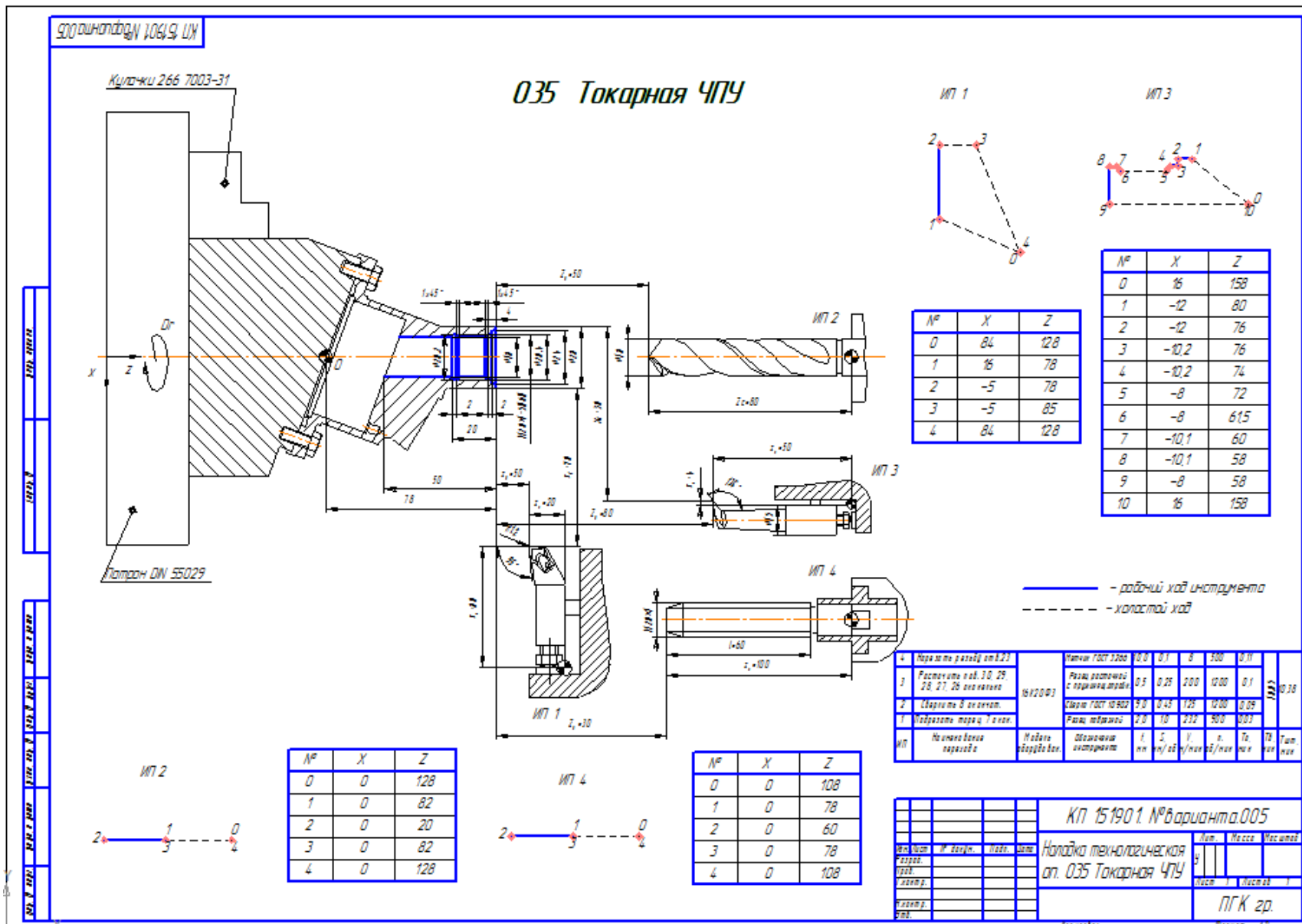


Рисунок 3.24 - Карта наладки обработки детали «Крышка».

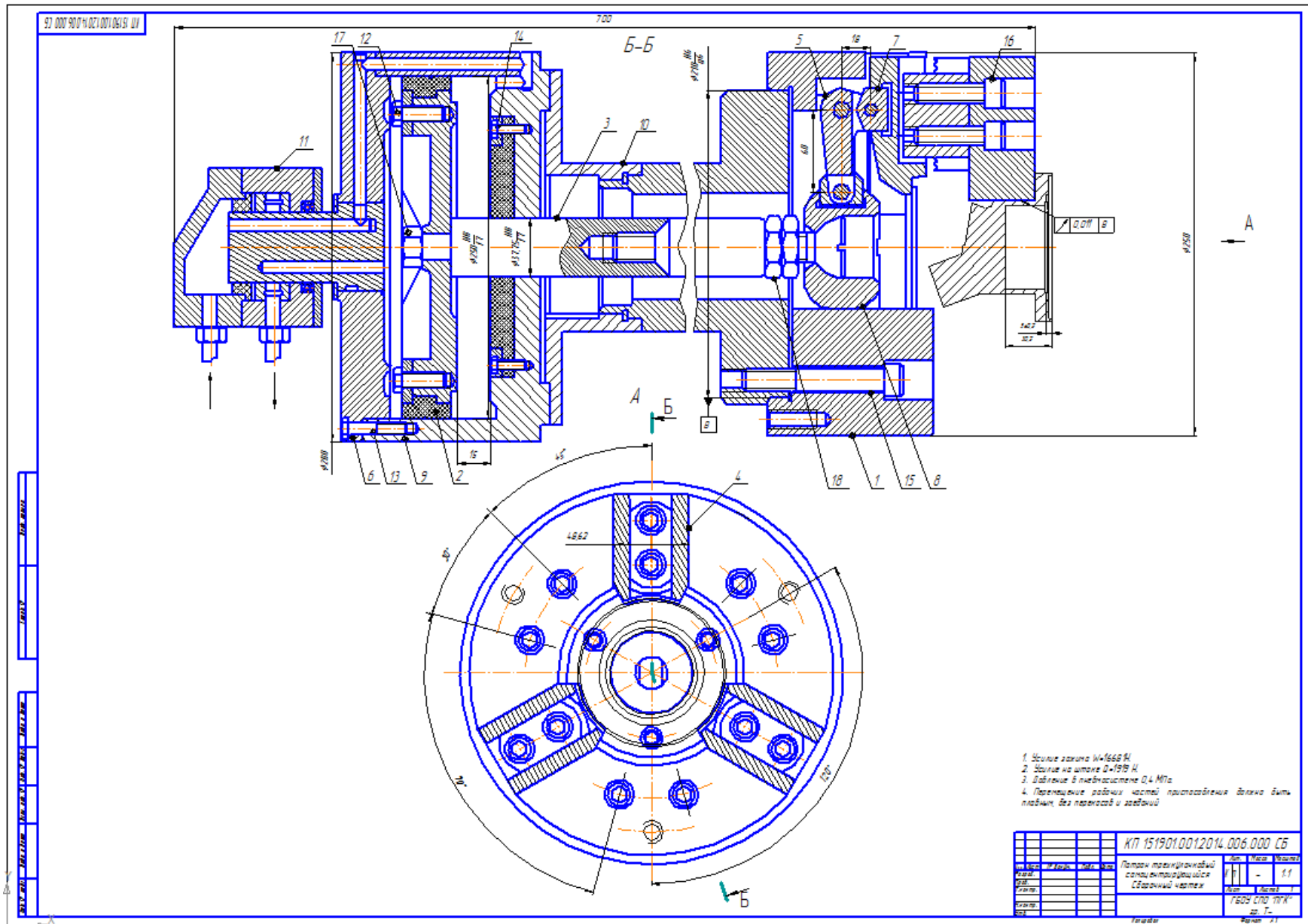


Рисунок 3.25 - Патрон трехкулачковый самоцентрирующийся (сборочный чертеж).

3.8 Оформление маршрутно-технологических карт

В условиях крупносерийного и массового производства применяется операционное описание ТП, в которое должны быть обязательно включены маршрутная карта (МК) и комплект операционных карт (ОК). В этом случае маршрутная карта, являющаяся обязательным документом любого технологического процесса, содержит минимальный объем информации. В комплект документов на единичный технологический процесс при обработке на универсальных станках кроме того обычно включают титульный лист (ТЛ) и карты эскизов (КЭ). В среднесерийном производстве, как правило, применяется такая же комплектация технологических документов.

Пример оформления титульного листа (ТЛ) приведен в приложении. Заполнение общих сведений в «шапке» на всех перечисленных видах технологических документов (ТЛ, МК, ОК) производится примерно одинаково, поэтому рассмотрим это подробно на примере оформления МК.

Оформление маршрутной карты (МК) производится на формах, регламентированных ГОСТ 3.1118-82. Первый лист – это форма 1, последующие листы – форма 1,б. Покажем на примере правила заполнения МК (рисунок 3.26). Содержание строк в «теле» МК определяется типом строки, который обозначается соответствующим служебным символом в крайней левой колонке МК. В данном случае используются два типа строк. Они соответственно обозначаются символами «А» и «Б».

Рассмотрим в соответствии с позициями на рисунке 3.19 содержание информации, вносимой в МК. Часть этой информации вносится также в ТЛ; КЭ; ОК.

- 1 – Наименование изделия (детали) по основному конструкторскому документу.
- 2 – Обозначение изделия по основному конструкторскому документу. Слева от этого поля записывается наименование организации.
- 3 – Код по технологическому классификатору.
- 4 – Шифр технологического документа. Первые две цифры обозначают вид документации (01 – ТЛ; 10 – МК; 20 – КЭ; 60 – ОК). третья цифра – вид технологического процесса или операции (1 – единичный; 2 – типовой; 3 – групповой). Последние две цифры – вид ТП по методу выполнения (например, 41; 42 – обработка резанием; 50, 51 – термообработка). Последние четыре разряда (XXXX) – резервные.
- 5 – Количество листов, на которых выполнен данный документ (например, МК).
- 6 – Номер листа.
- 7 – Литеры учебного документа (КР – курсовая работа; КП – курсовой проект; ДП – дипломный проект).
- 8 – Графа особых указаний.

28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	4	5	6									
Дубл.	Взам.	Подп.							ГОСТ 8.1118-82	Форма 1											
27										2/1											
Разраб.					НТИ	XXXX.711342.XXX		Б35024.24443-00Б		10141.XXXX											
Н.контр.					СТАКАН					К.Р.											
МД1					Сталь 40 ГОСТ 1050-88 /																
МД2					Код	ЕВ	МД	ЕН	Ч.расх.	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ							
23					КГ	1,75	1	2,98	0,59				1	2,98							
25					Цех	УЛ	Опер.	Код наименования операции	Код наименования оборудования	СМ	Проф.	Р	УГ	КР	КОМД	ЕН	ОП	Кшт.	Тов	Тшт.	
26					005	4111	Токарно-револьверная	№ ИОТ 788		19165	311	1P	1	1	100	1	1	19	3,46		
22					010	4111	Токарно-револьверная	№ ИОТ 788		19165	311	1P	1	1	100	1	1	19	5,72		
21					015	4214	Вертикально-сверлильная	№ ИОТ 2342		18355	311	1P	1	1	100	1	1	17	2,55		
20					020	4214	Вертикально-сверлильная	№ ИОТ 2342		18355	311	1P	1	1	100	1	1	18	0,42		
19					025	4131	Круглошлифовальная			19630	311	1P	1	1	100	1	1	23	0,87		
					МК	Маршрутная карта															
						1															

Рисунок 3.26 - Пример заполнения маршрутной карты.

Далее рассмотрим содержание двух типов строк, обозначенных служебными символами «А» и «Б».

В строке со служебным символом «А» записывается самая общая информация о каждой технологической операции. Далее в скобках будет указан номер позиции на рисунке 3.26. Прежде всего, это информация о том, где должна быть реализована данная операция: цех (23); участок (24); рабочее место (25). В учебных документах каждая из этих позиций заполняется условным кодом «ХХ».

Затем записывается номер операции (26), на который отводится три символа. В позиции 22 сначала указывается код операции по классификатору технологических операций. Выборочно некоторые коды приведены в таблице 11. Рядом с кодом записывается наименование операции. Последнее поле в строке «А» (поз. 9) – обозначение документа, необходимого для выполнения данной операции. Например, ИОТ – инструкция по охране труда. Если отсутствует информация об этой инструкции, то код обозначается условно «ИОТ ХХХХ».

Коды операций и оборудования

Таблица 11

Наименование операции	Код операции	Код оборудования
Токарно-револьверная (с вертикальной осью револьверной головки)	4111	381131
Токарно-винторезная	4114	381148
Круглошлифовальная	4131	381311
		381312
Внутришлифовальная	4132	381321
Плоскошлифовальная	4133	381313
Шлицешлифовальная	4141	381345
Зубошлифовальная	4151	381561
Зубодолбежная	4153	381572
Зубошевинговальная	4157	381574
Шлицефрезерная	4165	
Горизонтально-протяжная	4181	381751
Вертикально-протяжная (внутреннее протягивание)	4182	381752
Хонинговальная	4192	
Радиально-сверлильная	4212	381218
Вертикально-сверлильная	4214	381212
		381213
Горизонтально-расточная	4221	381261
Алмазно-расточная	4224	381264
Вертикально-фрезерная (консольная)	4261	381611
То же (с крестовым столом)	4261	381612
Горизонтально-фрезерная (консольная)	4262	381621
То же (универсальная)	4262	381631
Фрезерно-центровальная	4269	381825

В строке со служебным символом «Б» записывается следующая информация (в скобках указаны позиции на рисунке 3.26):

$T_{шт}$ – норма штучного времени на операцию, мин (10);

$T_{пз}$ – норма подготовительно-заключительного времени, мин (11);

$K_{шт}$ – коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании. При обслуживании одного станка он равен единице (12).

ОП – объем производственной партии, штук (13).

ЕН – единица нормирования, на которую установлена норма времени. Например, на 1 или 10 или 100 деталей. В других строках ЕН может быть связана с нормой материала (14).

КОИД – количество одновременно обрабатываемых заготовок при выполнении одной операции (15).

КР – количество рабочих, занятых при выполнении операции (16).

УТ – код условий труда (1 – нормальные; 2 – тяжелые и вредные). Второй символ – буква указывает на вид нормы времени, например, Р – расчетно-аналитическая, О – опытно-статистическая (17).

Р – разряд работы, необходимый для выполнения операции. Код включает три цифры: первая – разряд работы по тарифно-квалификационному справочнику; две следующие – код формы и системы оплаты труда, например, 11– широко распространенная сдельная оплата труда прямая (18).

ПРОФ – код профессии (таблица 12) согласно классификатору (19).

Коды профессий в машиностроении

Таблица 12

Наименование профессий	Код
Зуборезчик	12287
Зубошлифовщик	12290
Оператор станков с ЧПУ	15292
Протяжник	16458
Сверловщик	17335
Станочник на специальных станках по обработке металла	17845
Токарь	18217
Токарь-револьверщик	18236
Фрезеровщик	18632
Шлифовщик	18873

СМ – код степени механизации труда (разрешается не указывать). Обозначается цифрой, например, 2 – работа с помощью машин и автоматов (20).

Позиция 21 – Сначала указывается код оборудования по классификатору оборудования (выборочно приведен в таблице 11), затем – наименование и модель оборудования.

В строке М01 «шапки» позиция 34 – наименование и марка материала. Кроме того могут указываться сортамент и размер материала.

И в завершение рассмотрим строки со служебным символом М02. Укажем, что соответствует позициям (рисунок 3.26) этой строки.

27 – Код материала. В учебных задачах можно не заполнять.

28 – ЕВ – единица величины массы, длины и т.п. заготовки. В данном случае для массы – кг.

29 – МД – масса детали по конструкторскому документу.

31 – Единица нормирования, на которую установлена норма расхода материала (на 1 дет.; на 10 дет.; на 100 дет.). В нашем случае – 1.

32 – Н. расх. – норма расхода материала. Можно принять равной массе исходной заготовки МЗ – позиция 37.

33 и 35 – позиции в учебных задачах допускается не заполнять.

38 – КД – количество деталей, изготавливаемых из одной заготовки.

37 – МЗ – масса исходной заготовки.

Оформление операционных карт (ОК) производится на формах, регламентированных ГОСТ 3.1404-86. Первый лист – это чаще всего форма 3, второй лист – форма 2а. Пример заполнения ОК приведен на рисунке 3.26. Заполнение верхней части «шапки» ОК аналогично заполнению МК (см. рисунок 3.26). Вверху добавлена только позиция 12 (см. рисунок 3.27), для записи номера операции. Отметим особенности заполнения ОК.

Позиция 1 указывает на верхнюю строку «тела» карты, в которую обычно записывается вспомогательный переход. В последнюю колонку (11) этой строки вносится вспомогательное вре-

мя, затрачиваемое на этот переход. В колонках (3) и (5) записываются соответственно суммарное основное и суммарное вспомогательное время на операцию.

Графа (2) заполняется только для станков с ЧПУ. В ней указывается номер позиции инструментальной наладки.

Позиции 4; 6; 7; 8; 9; 10 относятся к строкам со служебным символом «Р». Эти позиции связаны с элементами режимов резания. Кроме того графы 10 и 11 используются для внесения информации в строку со служебным символом «О» - содержание перехода. В графу 10 этой строки вносится информация об основном времени на выполняемом переходе, а в графу 11 – о вспомогательном времени.

В графу 13 (СОЖ) вносятся данные о смазывающе-охлаждающей технологической среде на выполняемой операции.

В «теле» ОК чередуются строки со служебными символами «О», «Т» и «Р». В строках со служебным символом «О» записывается содержание перехода. Все переходы (основные и вспомогательные) нумеруются арабскими цифрами 1, 2, 3 и т.д. Правила записи и примеры записи переходов подробно приведены в учебном пособии [1;8;10].

В строке со служебным символом «Т» записываются сведения о технологической оснастке в следующей последовательности:

- 1) приспособления;
- 2) вспомогательный инструмент;
- 3) режущий инструмент;
- 4) средства измерения.

В строку со служебным символом «Р» вносится информация по режимам резания и данные, необходимые для расчета основного времени на выполняемом переходе. Например, Позиция 6 (L) – это расчетная длина обработки; позиция 8 (i) – число рабочих ходов.

Оформление карт эскизов (КЭ) производится по ГОСТ 3.1105-81. Первый лист – это форма 7, последующие листы – форма 7а. Разработка технологической операции обычно начинается с разработки и оформления операционного эскиза на карте эскизов.

3.9 Разработка заключения

Обращаем Ваше внимание, что по окончании исследования подводятся итоги по теме. Заключение носит форму синтеза полученных в работе результатов. Его основное назначение - резюмировать содержание работы, подвести итоги проведенного исследования. В заключении излагаются полученные выводы и их соотношение с целью исследования, конкретными задачами, гипотезой, сформулированными во введении.

Проведенное исследование должно подтвердить или опровергнуть гипотезу исследования. В случае опровержения гипотезы даются рекомендации по возможному совершенствованию деятельности в свете исследуемой проблемы.

3.8.1 Составление списка источников и литературы

В список источников и литературы включаются источники, изученные Вами в процессе подготовки работы, в т.ч. те, на которые Вы ссылаетесь в тексте курсовой работы/проекта. Внимание! Список используемой литературы оформляется в соответствии с правилами, предусмотренными государственными стандартами (Приложение 4).

Список используемой литературы должен содержать 20 – 25 источников (не менее 10 книг и 10-15 материалов периодической печати), с которыми работал автор курсового проекта.

Список используемой литературы включает в себя:

- нормативные правовые акты;
- научную литературу и материалы периодической печати;
- практические материалы.

Источники размещаются в алфавитном порядке. Для всей литературы применяется сквозная нумерация.

При ссылке на литературу в тексте курсового проекта следует записывать не название книги (статьи), а присвоенный ей в указателе “Список литературы” порядковый номер в квадратных скобках. Ссылки на литературу нумеруются по ходу появления их в тексте записки. Применяется сквозная нумерация.

4 ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

4.1 Оформление текстового материала

Текстовая часть работы должна быть представлена в компьютерном варианте на бумаге формата А4. Шрифт – Times New Roman, размер шрифта – 14, полуторный интервал, выравнивание по ширине. Страницы должны иметь поля (рекомендуемые): нижнее – 2,5; верхнее – 2; левое – 3; правое – 1,5. Объем курсового проекта - 20-25 страниц, Все страницы работы должны быть подсчитаны, начиная с титульного листа и заканчивая последним приложением. Нумерация страниц

должна быть сквозная, начиная с введения и заканчивая последним приложением. Номер страницы ставится на середине листа нижнего поля.

Весь текст проекта должен быть разбит на составные части. Разбивка текста производится делением его на разделы (главы) и подразделы (параграфы). В содержании проекта не должно быть совпадения формулировок названия одной из составных частей с названием самой работы, а также совпадения названий глав и параграфов. Названия разделов (глав) и подразделов (параграфов) должны отражать их основное содержание и раскрывать тему проекта.

При делении проекты на разделы (главы) (согласно ГОСТ 2.105-95) их обозначают порядковыми номерами – арабскими цифрами без точки и записывают с абзацного отступа. При необходимости подразделы (параграфы) могут делиться на пункты. **Номер пункта** должен состоять из номеров раздела (главы), подраздела (параграфа) и пункта, разделённых точками. В конце номера раздела (подраздела), пункта (подпункта) точку не ставят.

Если раздел (глава) или подраздел (параграф) состоит из одного пункта, он также нумеруется. Пункты при необходимости, могут быть разбиты на подпункты, которые должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого пункта, например: 4.2.1.1, 4.2.1.2, 4.2.1.3 и т. д.

Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзацного отступа. Разделы (главы), подразделы (параграфы) должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют. Наименование разделов (глав) должно быть кратким и записываться в виде заголовков (в красную строку) жирным шрифтом, без подчеркивания и без точки в конце. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов (глав), подразделов (параграфов), пунктов.

Нумерация страниц основного текста и приложений, входящих в состав проекта, должна быть сквозная.

В основной части проекта должны присутствовать таблицы, схемы, графики с соответствующими ссылками и комментариями.

В проекте должны применяться научные и специальные термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в специальной и научной литературе. Если принята специфическая терминология, то перед списком литературы должен быть перечень принятых терминов с соответствующими разъяснениями.

4.2 Оформление иллюстраций

Все иллюстрации, помещаемые в проект, должны быть тщательно подобраны, ясно и четко выполнены. Рисунки и диаграммы должны иметь прямое отношение к тексту, без лишних изображений и данных, которые нигде не поясняются. Количество иллюстраций в работе/проекте должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации следует размещать как можно ближе к соответствующим частям текста. На все иллюстрации должны быть ссылки в тексте проекта. Наименования, приводимые в тексте и на иллюстрациях, должны быть одинаковыми.

Ссылки на иллюстрации разрешается помещать в скобках в соответствующем месте текста, без указания *см.* (смотри). Ссылки на ранее упомянутые иллюстрации записывают, сокращенным словом *смотри*, например, *см. рисунок 3*.

Размещаемые в тексте иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами, например: *Рисунок 1*, *Рисунок 2* и т.д. Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела (главы). В этом случае номер иллюстрации должен состоять из номера раздела (главы) и порядкового номера иллюстрации, например *Рисунок 1.1*.

Надписи, загромождающие рисунок, чертеж или схему, необходимо помещать в тексте или под иллюстрацией.

4.3 Общие правила представления формул

В формулах и уравнениях условные буквенные обозначения, изображения или знаки должны соответствовать обозначениям, принятым в действующих государственных стандартах. В тексте перед обозначением параметра дают его пояснение, например:

Временное сопротивление разрыву σ_B .

При необходимости применения условных обозначений, изображений или знаков, не установленных действующими стандартами, их следует пояснять в тексте или в перечне обозначений.

Формулы и уравнения располагают на середине строки, а связывающие их слова (*следовательно, откуда* и т.п.) – в начале строки. Например:

Из условий неразрывности находим

$$Q = 2\pi r v_r \quad (51)$$

Так как

$$v_r = \frac{\partial \varphi}{\partial r} = \frac{d\varphi}{dr},$$

то

$$Q = \frac{2\pi r d\varphi}{dr}. \quad (52)$$

Для основных формул и уравнений, на которые делаются ссылки, вводят сквозную нумерацию арабскими цифрами. Промежуточные формулы и уравнения, применяемые для вывода основных формул и упоминаемые в тексте, допускается нумеровать строчными буквами латинского или русского алфавита.

Нумерацию формул и уравнений допускается производить в пределах каждого раздела двойными числами, разделенными точкой, обозначающими номер раздела и порядковый номер формулы или уравнения, например: (2.3), (3.12) и т.д.

Номера формул и уравнений пишут в круглых скобках у правого края страницы на уровне формулы или уравнения.

Пример.

$$N = S_{\text{пост}} / (Ц - S_{\text{пер1}}),$$

где N – критический объём выпуска, шт.;

$S_{\text{пост}}$ – постоянные затраты в себестоимости продукции, руб.;

$Ц$ – цена единицы изделия, руб.;

$S_{\text{пер1}}$ – переменные затраты на одно изделие, руб.

Переносы части формул на другую строку допускаются на знаках равенства, умножения, сложения вычитания и на знаках соотношения ($>$, $<$, \leq , \geq). Не допускаются переносы при знаке деления ($:$).

Порядок изложения математических уравнений такой же, как и формул.

4.4 Оформление таблиц

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц. Название таблицы должно отражать её содержание, быть точным и кратким. Лишь в порядке исключения таблица может не иметь названия.

Таблицы в пределах всей записки нумеруют арабскими цифрами сквозной нумерацией, перед которыми записывают слово *Таблица*. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

Пример:

Предельные величины разброса угловой скорости автомобилей, %

Таблица 13

Категория автомобиля	Боковое ускорение автомобиля w_y , м/с^2		
	1	2	4
M_1	10	30	80
M_2 , N_1	10	20	60
M_3 , N_2 , N_3	10	10	--

На все таблицы должны быть ссылки в тексте, при этом слово таблица в тексте пишут полностью, например: *в таблице 4*.

Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, а при необходимости, в приложении. Допускается помещать таблицу вдоль стороны листа.

Если строки или графы таблицы выходят за формат страницы, ее делят на части, помещая одну часть под другой, при этом в каждой части таблицы повторяют ее шапку и боковик.

При переносе таблицы на другой лист (страницу), шапку таблицы повторяют и над ней указывают: *Продолжение таблицы 5*. Название таблицы помещают только над первой частью таблицы.

В графах таблиц не допускается проводить диагональные линии с разноской заголовков вертикальных глав по обе стороны диагонали.

Основные заголовки следует располагать в верхней части шапки таблицы над дополнительными и подчиненными заголовками вертикальных граф. Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Все слова в заголовках и надписях шапки и боковика таблицы пишут полностью, без сокращений. Допускаются лишь те сокращения, которые приняты в тексте, как при числах, так и без них. Следует избегать громоздкого построения таблиц с «многоэтажной» шапкой. Все заголовки надо писать по возможности просто и кратко.

Если в графе таблицы помещены значения одной и той же физической величины, то обозначение единицы физической величины указывают в заголовке (подзаголовке) этой графы. Числовые значения величин, одинаковые для нескольких строк, допускается указывать один раз (см. таблицы 14, 15).

НАЗВАНИЕ ТАБЛИЦЫ

Таблица 14

Условный проход $D_{y, в}$ мм	D	L	L_1	L_2	Масса, кг, не более
1	2	3	4	5	6
50	160	130	525	600	160
85	195	210			170

НАЗВАНИЕ ТАБЛИЦЫ

Таблица 15

Тип изолятора	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А
ПНР-6/400	6	400
ПНР-6/800		800
ПНР-6/900		900

Примечание к таблице помещают сразу под ней, выполняют курсивным шрифтом и сопровождают надписью: «*Примечание к таблице...*» с указанием номера этой таблицы.

4.5 Оформление приложений

В приложениях курсового проекта помещают материал, дополняющий основной текст.

Приложениями могут быть:

- графики, диаграммы;

- таблицы большого формата,
- статистические данные;
- фотографии,
- процессуальные (технические) документы и/или их фрагменты и т.д.

Приложения оформляют как продолжение основного текста на последующих листах или в виде самостоятельного документа.

В основном тексте на все приложения должны быть даны ссылки.

Приложения располагают в последовательности ссылок на них в тексте. Каждое приложение должно начинаться с нового листа (страницы) с указанием в правом верхнем углу страницы слова *Приложение* и номера.

Приложения обозначают арабскими цифрами, за исключением цифры 0. Обозначение приложений римскими цифрами не допускается.

Приложение должно иметь заголовки, который записывают с прописной буквы отдельной строкой.

ВНИМАНИЕ! Выполненный курсовой проект сдается руководителю на проверку.

Проверку, составление письменного отзыва и прием курсового проекта осуществляет преподаватель дисциплины вне расписания учебных занятий.

Перед сдачей работы Вы должны проверить соблюдение всех необходимых требований по ее содержанию и оформлению. Несоблюдение требований может повлиять на оценку или курсовой проект может быть возвращена для доработки, а также повторного выполнения.

Руководитель проекта может предусмотреть досрочную защиту курсовой работы/проекта.

4.6 Требования к лингвистическому оформлению курсового проекта

Курсовой проект должна быть написана логически последовательно, литературным языком. Повторное употребление одного и того же слова, если это возможно, допустимо через 50 – 100 слов. Не должны употребляться как излишне пространные и сложно построенные предложения, так и чрезмерно краткие лаконичные фразы, слабо между собой связанные, допускающие двойные толкования и т. д.

При написании курсового проекта не рекомендуется вести изложение от первого лица единственного числа: «я наблюдал», «я считаю», «по моему мнению» и т. д. Корректнее использовать местоимение «мы». Допускаются обороты с сохранением первого лица множественного числа, в которых исключается местоимение «мы», то есть фразы строятся с употреблением слов «наблюдаем», «устанавливаем», «имеем». Можно использовать выражения «на наш взгляд», «по нашему мнению», однако предпочтительнее выражать ту же мысль в безличной форме, например:

- изучение педагогического опыта свидетельствует о том, что ...;
- на основе выполненного анализа можно утверждать ...;
- проведенные исследования подтвердили...;
- представляется целесообразным отметить;
- установлено, что;
- делается вывод о...;
- следует подчеркнуть, выделить;
- можно сделать вывод о том, что;
- необходимо рассмотреть, изучить, дополнить;
- в работе рассматриваются, анализируются...

При написании курсового проекта необходимо пользоваться языком научного изложения. Здесь могут быть использованы следующие слова и выражения:

- для указания на последовательность развития мысли и временную соотнесенность:
 - прежде всего, сначала, в первую очередь;
 - во – первых, во – вторых и т. д.;

- *затем, далее, в заключение, итак, наконец;*
- *до сих пор, ранее, в предыдущих исследованиях, до настоящего времени;*
- *в последние годы, десятилетия;*
- для сопоставления и противопоставления:
 - *однако, в то время как, тем не менее, но, вместе с тем;*
 - *как..., так и...;*
 - *с одной стороны..., с другой стороны, не только..., но и;*
 - *по сравнению, в отличие, в противоположность;*
- для указания на следствие, причинность:
 - *таким образом, следовательно, итак, в связи с этим;*
 - *отсюда следует, понятно, ясно;*
 - *это позволяет сделать вывод, заключение;*
 - *свидетельствует, говорит, дает возможность;*
 - *в результате;*
- для дополнения и уточнения:
 - *помимо этого, кроме того, также и, наряду с..., в частности;*
 - *главным образом, особенно, именно;*
- для иллюстрации сказанного:
 - *например, так;*
 - *проиллюстрируем сказанное следующим примером, приведем пример;*
 - *подтверждением выше сказанного является;*
- для ссылки на предыдущие высказывания, мнения, исследования и т.д.:
 - *было установлено, рассмотрено, выявлено, проанализировано;*
 - *как говорилось, отмечалось, подчеркивалось;*
 - *аналогичный, подобный, идентичный анализ, результат;*
 - *по мнению X, как отмечает X, согласно теории X;*
- для введения новой информации:
 - *рассмотрим следующие случаи, дополнительные примеры;*
 - *перейдем к рассмотрению, анализу, описанию;*
 - *остановимся более детально на...;*
 - *следующим вопросом является...;*
 - *еще одним важнейшим аспектом изучаемой проблемы является...;*
- для выражения логических связей между частями высказывания:
 - *как показал анализ, как было сказано выше;*
 - *на основании полученных данных;*
 - *проведенное исследование позволяет сделать вывод;*
 - *резюмируя сказанное;*
 - *дальнейшие перспективы исследования связаны с...*

Письменная речь требует использования в тексте большого числа развернутых предложений, включающих придаточные предложения, причастные и деепричастные обороты. В связи с этим часто употребляются составные подчинительные союзы и клише:

- *поскольку, благодаря тому что, в соответствии с...;*
- *в связи, в результате;*
- *при условии, что, несмотря на...;*
- *наряду с..., в течение, в ходе, по мере.*

Необходимо определить основные понятия по теме исследования, чтобы использование их в тексте курсового проекта было однозначным. Это означает: то или иное понятие, которое разными учеными может трактоваться по-разному, должно во всем тексте данной работы от начала до конца иметь лишь одно, четко определенное автором курсовой работы значение.

В курсовом проекте должно быть соблюдено единство стиля изложения, обеспечена орфографическая, синтаксическая и стилистическая грамотность в соответствии с нормами современного русского языка.

5 ПРОЦЕДУРА ЗАЩИТЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект, выполненный с соблюдением рекомендуемых требований, оценивается и допускается к защите. Защита должна производиться до начала экзамена по дисциплине и/или профессионального модуля.

Процедура защиты курсового проекта включает в себя:

- выступление студента по теме и результатам работы (5-8 мин),
- ответы на вопросы членов комиссии, в которую входят преподаватели дисциплин профессионального цикла и междисциплинарных курсов профессионального модуля.

Также в состав комиссии могут входить: методист, мастера производственного обучения. На защиту могут быть приглашены преподаватели и студенты других специальностей.

При подготовке к защите Вам необходимо:

- внимательно прочитать содержание отзыва руководителя проекта,
- внести необходимые поправки, сделать необходимые дополнения и/или изменения;
- обоснованно и доказательно раскрыть сущность темы курсового проекта;
- обстоятельно ответить на вопросы членов комиссии.

ПОМНИТЕ, что окончательная оценка за курсовой проект выставляется комиссией после защиты.

Работа оценивается дифференцированно с учетом качества ее выполнения, содержательности Вашего выступления и ответов на вопросы во время защиты.

Результаты защиты оцениваются по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Положительная оценка по профессиональному модулю МДК 01.01 ПМ 01 «Разработка технологических процессов изготовления деталей машин», по которому предусматривается курсовой проект, выставляется только при условии успешной сдачи курсового проекта на оценку не ниже «удовлетворительно».

Если Вы получили неудовлетворительную оценку по курсовому проекту, то не допускается к квалификационному экзамену по профессиональному модулю. Также по решению комиссии Вам может быть предоставлено право доработки проекта в установленные комиссией сроки и повторной защиты.

К защите курсового проекта предъявляются следующие требования:

1. Глубокая теоретическая проработка исследуемых проблем на основе анализа экономической литературы.
2. Умелая систематизация цифровых данных в виде таблиц и графиков с необходимым анализом, обобщением и выявлением тенденций развития исследуемых явлений и процессов.
3. Критический подход к изучаемым фактическим материалам с целью поиска направлений совершенствования деятельности.
4. Аргументированность выводов, обоснованность предложений и рекомендаций.
5. Логически последовательное и самостоятельное изложение материала.
6. Оформление материала в соответствии с установленными требованиями.
7. Обязательное наличие отзыва руководителя на курсовой проект.

Для выступления на защите необходимо заранее подготовить и согласовать с руководителем тезисы доклада и иллюстративный материал.

При составлении тезисов необходимо учитывать ориентировочное время доклада на защите, которое составляет 8-10 минут. Доклад целесообразно строить не путем изложения содержания работы по главам, а по задачам, то есть, раскрывая логику получения значимых результатов. В докладе обязательно должно присутствовать обращение к иллюстративному материалу, который

будет использоваться в ходе защиты работы. Объем доклада должен составлять 7-8 страниц текста в формате Word, размер шрифта 14, полуторный интервал. Рекомендуемые структура, объем и время доклада приведены в таблице 16.

Структура, объем и время доклада

Таблица 16

№	Структура доклада	Объем	Время
1.	Представление темы работы.	До 1,5 страниц	До 2 минут
2.	Актуальность темы.		
3.	Цель работы.		
4.	Постановка задачи, результаты ее решения и сделанные выводы (по каждой из задач, которые были поставлены для достижения цели курсового проекта).	До 6 страниц	До 7 минут
5.	Перспективы и направления дальнейшего исследования данной темы.	До 0,5 страницы	До 1 минуты

В качестве иллюстраций используется презентация, подготовленная в программе «Power Point». Также иллюстрации можно представлять на 4–5 страницах формата А4, отражающих основные результаты, достигнутые в работе, и согласованные с содержанием доклада. Иллюстрации должны быть пронумерованы и названы.

В случае неявки на защиту по уважительной причине, Вам будет предоставлено право на защиту в другое время.

В случае неявки на защиту по неуважительной причине, Вы получаете неудовлетворительную оценку.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В пособии рассмотрены вопросы, которые позволяют студентам использовать теоретические основы технологии машиностроения, других общеинженерных и общетехнических дисциплин для решения конкретных технологических задач, поставленных в задании на выполнение курсового проекта, а также использовать на практике стандарты ЕСКД, ЕСТП, ЕСТД.

В учебном пособии нашли отражение следующие вопросы курсового проектирования: основные положения, общие требования, включающие содержание и оформление технологических разработок расчетно-пояснительной записки; выбор методов обработки и формирование структуры технологического процесса; методические указания по выполнению различных разделов. Приведены примеры расчетов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбачевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Высшейш. школа, 2008. – 232 с.
2. Худобин Л. В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения, 2009.
3. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2008. Т1. 656с; Т2. 496 с.
4. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А. А. Панов, В. В. Аникин и др.; Под общ. ред. А. А. Панова. – М.: Машиностроение. 2008. – 736 с.
5. Косилова А. Г., Мещеряков Р. К., Калинин М. А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: Справочник технолога. М.: Машиностроение, 2007. – 288 с.
6. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. – 7-е изд. – М.: Машиностроение, 2009. – 303 с.
7. А.А. Маталин Технология машиностроения – СПб.: Издательство «Лань», 2009-512 с.
8. Н.Л.Силантьева, В.Р. Малиновский Техническое нормирование труда в машиностроении. – М.: Машиностроение, 2010-356 с.
9. С.В. Муравьев Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание рабочего места, на работы, выполняемые на металлорежущих станках. – Москва: Изд. «Экономика», 2008. – 432 с.
10. В.П. Фираго Основы проектирования технологических процессов и приспособлений. – М.: «Машиностроение», 2009. – 468 с.
11. ГОСТ 23495-76 Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения. - М.: Изд-во стандартов, 1976.
12. Технологический классификатор деталей машиностроения и приборостроения. - М.: Изд-во стандартов, - 1987. – 250 с.
13. Колкер Я. Д., Руднев О. Н. Базирование и базы в машиностроении: Учеб. пособ. – Киев: Вища шк., 1991. – 100 с.
14. ГОСТ 3.1107-81. Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения. - М.: Изд-во стандартов, 1981.
15. Технология машиностроения: Учебник для техникумов: В 2т. Т.1. Основы технологии машиностроения / В.М. Бурцев, А.С. Васильев, А.М. Дальский и др.; Под ред. А.М. Дальского. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009.-564 с.
16. Режимы резания металлов: Справочник. Изд. 3-е, перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 2010.

СОДЕРЖАНИЕ

- Введение
- 1 Цели и задачи курсового проекта
 - 1.1 Цели курсового проекта
 - 1.2 Задачи курсового проекта
- 2 Структура курсового проекта
- 3 Порядок выполнения курсового проекта
 - 3.1 Выбор темы
 - 3.2 Получение индивидуального задания
 - 3.3 Составление плана подготовки курсового проекта
 - 3.4 Подбор, изучение, анализ и обобщение материалов по выбранной теме
 - 3.5 Разработка содержания курсового проекта
 - 3.6 Конструкторская часть
 - 3.7 Оформление графической части проекта
 - 3.8 Оформление маршрутно-технологических карт
 - 3.9 Разработка заключения
- 4 Общие правила оформления курсовых проектов
 - 4.1 Оформление текстового материала
 - 4.2 Оформление иллюстраций
 - 4.3 Общие правила представления формул
 - 4.4 Оформление таблиц
 - 4.5 Оформление приложений
 - 4.6 Требования к лингвистическому оформлению
- 5 Процедура защиты курсового проекта
- Заключение
- Библиографический список
- Приложения

Шероховатость поверхности Ra (мкм) в зависимости от точности изготовления деталей

После допуска по ГОСТ 25347-82	Номинальный диаметр деталей, мм							
	До 6	6-10	10-30	30-80	80-120	120-180	180-260	260-500
H7	0,40	0,40	0,80	0,80	1,60	1,60	1,60	1,60
R7; S7	0,20	0,20	0,40	0,40	0,80	1,60	1,60	1,60
N7; M7; K7; J ₈ 7	0,20	0,20	0,40	0,40	0,80	0,80	0,80	1,60
G7; F8	0,40	0,40	0,80	0,80	0,80	1,60	1,60	1,60
H8; t8	0,80	0,80	0,80	1,60	1,60	1,60	1,60	3,20
H8	0,80	0,80	0,80	1,60	3,20	3,20	3,20	6,30
H11	1,60	1,60	1,60	3,20	3,20	6,30	6,30	6,30
D11	1,60	1,60	3,20	3,20	3,20	6,30	6,30	6,30
CD11	1,60	3,20	3,20	3,20	6,30	6,30	6,30	6,30
H12; B12	3,20	3,20	6,30	6,30	6,30	12,50	12,50	12,50

Таблица П2

Точность и качество поверхности при обработке наружных цилиндрических поверхностей

Обработка	Параметр шероховатости поверхности Ra, мкм	Глубина дефектного поверхностного слоя, мкм	Квалитет допуска размера	Технологические допуски, мкм, на размер при номинальных диаметрах поверхности, мм											
				Св. 3 до 6	Св. 6 до 10	Св. 10 до 18	Св. 18 до 30	Св. 30 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500
				Обтачивание: черновое	50-63	120-60	14 13 12	- 180 120	-220 150	-270 180	-330 210	620 390 250	740 460 300	870 540 350	1000 630 400
получистовое или однократное	25-16	50-20	13 12 11	180 120 75	220 150 90	270 180 110	330 210 130	390 250 160	460 300 190	540 350 220	630 400 250	720 460 290	810 520 320	890 570 360	970 630 400
чистовое	63-04	30-20	10 9 8	48 30 18	58 36 22	70 43 27	84 52 33	100 62 39	120 74 46	140 87 57	160 100 63	185 115 72	210 130 81	230 140 89	250 155 97
Обтачивание тонкое	1,6-02	10-5	9 8 7 6	30 18 12 8	36 22 15 9	43 27 18 11	52 33 21 13	62 39 25 16	74 46 30 19	87 57 35 22	100 63 40 25	115 72 46 29	130 81 52 32	140 89 57 36	155 97 63 40
Шлифование: предварительное чистовое	63-04	20	9 8	30 18	36 22	43 27	52 33	62 39	74 46	87 57	100 63	115 72	130 81	140 89	155 97
	32-02	15-5	7 6	12 8	15 9	18 11	21 13	25 16	30 19	35 22	40 25	46 29	52 32	57 36	63 40
тонкое	1,6-0,1	5	6 5	8 5	9 6	11 8	13 9	16 11	19 13	22 15	25 18	29 20	32 23	36 25	40 27
Притирка, суперфиниширование	0,8-0,1	5-3	5 4	5 4	6 4	8 5	9 6	11 7	13 8	15 10	18 12	20 14	23 16	25 18	27 20
Обкатывание, алмазное выглаживание	0,8-0,05	-	10 9 8 7 6 5	48 30 18 12 8 5	58 36 22 15 9 6	70 43 27 18 11 8	84 52 33 21 13 9	100 62 39 25 16 11	120 74 46 30 19 13	140 87 57 35 22 15	160 100 63 40 25 18	185 115 72 46 29 20	210 130 81 52 32 23	230 140 89 57 36 25	250 155 97 63 40 27

Точность и качество поверхностного слоя при обработке отверстий

Обработка	Параметр шероховатости поверхности Ra, мкм	Глубина дефектного поверхностного слоя, мкм	Квалитет допуска размера	Технологические допуски, мкм, на размер при номинальных диаметрах поверхности, мм												
				Св. 3 до 6	Св. 6 до 10	Св. 10 до 18	Св. 18 до 30	Св. 30 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500	
				Сверление и рассверливание	25-0,8	70-15	13 12 11 10 9	- - 75 48 30	- - 90 58 36	270 180 110 70 43	330 210 130 84 52	390 250 160 100 62	460 300 190 120 74	-	-	-
Зенкерование: черновое	25-6,3	50-20	13 12	- -	- -	270 180	330 210	390 250	460 300	540 350	-	-	-	-	-	
однократное литого или прошитого отверстия; чистовое после черного или сверления	25-0,4	50-20	13 12 11 10 9 8	- - - - - -	- - - - - -	270 180 110 70 43 27	330 210 130 84 52 33	390 250 160 100 62 39	460 300 190 120 74 46	540 350 220 140 87 57						
Развертывание: нормальное	12,5-0,8	25-15	11 10	75 48	90 58	110 70	130 84	160 100	190 120	220 140	250 160	290 185	320 210	360 230	-	
точное	6,3-0,4	15-5	9 8 7	30 18 12	36 22 15	43 27 18	52 33 21	62 39 25	74 46 30	87 57 35	100 63 40	115 72 46	130 81 52	140 89 57	-	
тонкое	3,2-0,1	10-5	6 5	8 5	9 6	11 8	13 9	16 11	19 13	22 15	25 18	29 20	32 23	36 25	-	
Протягивание: черновое	12,5-0,8	25-10	11 10	- -	- -	- -	- -	160 100	190 120	220 140	250 160	-	-	-	-	
литого или прошитого отверстия	6,3-0,2	10-5	9 8 7 6	- - - -	- - - -	43 27 18 11	52 33 21 13	62 39 25 16	74 46 30 19	87 57 35 22	100 63 40 25	-	-	-	-	
чистовое	6,3-0,4	25-10	10 9 8	- - -	- - -	43 27 18	52 33 21	62 39 25	74 46 30	87 57 35	100 63 40	115 72 46	130 81 52	140 89 57	155 97	
Растачивание: черновое	25-1,6	50-20	13 12 11	180 120 75	220 150 90	270 180 110	330 210 130	390 250 160	460 300 190	540 350 220	630 400 250	720 460 290	810 520 320	890 570 360	970 630 400	
чистовое	6,3-0,4	25-10	10 9 8	48 30 18	58 36 22	70 43 27	84 52 33	100 62 39	120 74 46	140 87 57	160 100 63	185 115 72	210 130 81	230 140 89	250 155 97	
Растачивание тонкое	3,2-1,6	10-5	7 6 5	12 8 5	15 9 6	18 11 8	21 13 9	25 16 11	30 19 13	35 22 15	40 25 18	46 29 20	52 32 23	57 36 25	63 40 27	
Шлифование: предварительное	6,3-0,4	25-10	9 8	- -	- -	43 27	52 33	62 39	74 46	87 57	100 63	115 72	130 81	140 89	155 97	
чистовое	3,2-0,2	20-5	7 6	- -	- -	18 11	21 13	25 16	30 19	35 22	40 25	46 29	52 32	57 36	63 40	
тонкое	1,6-0,1	10-5	5	-	-	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27	

Притирка, хонингование	1,6-0,1	5-3	5 4	5 4	6 4	8 5	9 6	11 7	13 8	15 10	18 12	20 14	23 16	25 18	27 20
Обработка	Параметр шероховатости поверхности Ra, мкм	Глубина дефектного поверхностного слоя, мкм	Квалитет допуска размера	Технологические допуски (мкм) на размер при номинальных диаметрах поверхности, мм											
				Св. 3 до 6	Св. 6 до 10	Св. 10 до 18	Св. 18 до 30	Св. 30 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500
Раскатывание, калибрование, алмазное выглаживание	6,3-0,1	-	10 9 8 7 6 5	- - - - - -	58 36 22 15 9 6	70 43 27 18 11 8	84 52 33 21 13 9	100 62 39 25 16 11	120 74 46 30 19 13	140 87 57 35 22 15	160 100 63 40 25 18	185 115 72 46 29 20	210 130 81 52 32 23	230 140 89 57 36 25	250 155 97 63 40 27

Таблица П4

Точность и качество поверхности при обработке плоских поверхностей

Метод обработки	Шероховатость поверхности Ra, мкм	Дефектный слой, мкм	Квалитет	Допуск на размер обработки до базовой поверхности, мм							
				До 80	80-180	180-250	250-500	До 80	80-180	180-250	250-500
				При размере обрабатываемой поверхности, мм							
				До 160 × 60				Св. 400 × 400			
Фрезерование и строгание: черновое чистовое	12,5 – 6,3	100-50	11	-	-	-	-	0,220	0,250	0,320	0,360
			10	0,120	0,160	0,185	0,250	0,120	0,160	0,210	0,250
	3,2 – 1,6	50 - 20	8 7	0,046 0,030	0,063 0,040	0,072 0,046	0,097 0,063	0,046 -	0,063 -	0,072 -	0,097 -
Шлифование: обдирочное чистовое	3,2	20	10	0,120	0,160	0,185	0,250	0,120	0,160	0,185	0,250
			8 7	0,046 0,030	0,063 0,040	0,072 0,046	0,097 0,063	0,046 0,030	0,063 0,040	0,072 0,046	0,097 0,063

Примечание. Данные значения таблицы относятся к деталям из стали. Для деталей из чугуна или цветных сплавов предельные отклонения по точности можно принимать на один квалитет точнее.

Таблица П5

Горячекатаный прокат по ГОСТ 2590-88, мм

Диаметр	Допускаемые отклонения		Допуск
	+	-	
Сталь горячекатаная повышенной точности (Б)			
3; 5,5; 6; 6,5; 7; 8; 9	0,1	0,3	0,40
10; 11; 12; 14; 15; 16; 17; 18; 19	0,2	0,3	0,50
20; 21; 22; 23; 24; 25	0,2	0,4	0,60
26; 27; 28; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 43; 44; 45; 46; 47; 48	0,2	0,6	0,80
50; 52; 53; 54; 55; 56; 58	0,2	0,9	1,10
60; 62; 63; 65; 67; 68; 70; 75; 78	0,3	1,0	1,30
80; 82; 85; 90; 95	0,4	1,2	1,60
100; 105; 110; 115	0,5	1,5	2,00
120; 125	0,6	1,8	2,40
130; 135; 140; 150	0,6	2,0	2,60

Диаметр	Допускаемые отклонения		Допуск
	+	-	
Сталь горячекатаная круглая обычной точности (В)			
5;5,5; 6; 6,5; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 14; 15; 16; 17; 18; 19	0,3	0,5	0,80
20; 21; 22; 23; 24; 25	0,4	0,5	0,90
26; 27; 28; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 42; 44; 48	0,4	0,75	1,15
50; 52; 54; 55; 56; 58	0,4	1,0	1,40
60; 62; 65; 67; 68; 70; 72; 75; 78	0,5	1,1	1,60
80; 85; 90; 95	0,5	1,3	1,80
100; 110; 115	0,6	1,7	2,30
120; 125; 130; 140; 150	0,8	2,0	2,80

Таблица П6

Полоса стальная горячекатаная ГОСТ 103-76

Ширина полосы, мм	Предельные отклонения, мм, по точности					
	повышенной		Допуск	номинальной		Допуск
	+	-		+	-	
От 11 до 60	0,3	0,9	1,2	0,5	1,0	1,6
63:65	0,3	1,1	1,4	0,5	1,3	1,8
70:75	0,3	1,3	1,6	0,5	1,4	1,9
80:85	0,5	1,4	1,9	0,7	1,6	2,3
90:95	0,6	1,8	2,4	0,9	1,8	2,7
100:105	0,7	2,0	2,7	1,0	2,0	3,0
110	0,8	2,2	3,0	1,0	2,2	3,2
120:125	0,9	2,4	3,3	1,1	2,4	3,5
От 130 до 150	1,0	2,5	3,5	1,2	2,8	4,0
Св 150 до 180	1,2	2,8	4,0	1,4	3,2	4,6
Св. 180 до 200	1,4	3,0	4,4	1,7	4,0	5,7
Ширина полосы, мм	Предельные отклонения, мм, по точности					
	повышенной		Допуск	номинальной		Допуск
	+	-		+	-	
От 4 до 6	0,2	0,3	0,5	0,2	0,5	0,7
Св. 6 до 16	0,2	0,4	0,6	0,2	0,5	0,7
Св. 16 до 25	0,2	0,6	0,8	0,2	0,8	1,0
Св. 25 до 32	0,2	0,7	0,9	0,2	1,2	1,4
36:40	0,2	1,0	1,2	0,2	1,6	1,8
45:50	0,2	1,5	1,7	0,3	2,0	2,3
Св. 50 до 60	0,2	1,8	2,0	0,3	2,4	2,7

Таблица П7

**Промежуточные припуски на обработку наружных цилиндрических поверхностей.
Размеры, мм**

Номи- нальный диаметр	Операция	Припуск на диаметр при расчетной длине								
		До 25	25- 63	63- 100	100- 160	160- 250	250- 400	400- 630	630- 1000	1000- 1600
До 6	Точение черновое	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	-	-	-
	Точение чистовое	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	-	-	-
	Шлифование	<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>0,3</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	-
		0,30	0,30	0,30	0,30	0,4	0,4	0,4	-	-
6-10	Точение черновое	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-
	Точение чистовое	1,2	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	-
	Шлифование	<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>0,3</u>	<u>0,4</u>	-	-	-
		0,30	0,30	0,30	0,40	0,4	0,5	-	-	-

Номинальный диаметр	Операция	Припуск на диаметр при расчетной длине								
		До 25	25-63	63-100	100-160	160-250	250-400	400-630	630-1000	1000-1600
10-18	Точение черновое	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5	4,0	-	-
	Точение чистовое	1,2	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	-
	Шлифование	<u>0,3</u>	<u>0,3</u>	<u>0,3</u>	<u>0,3</u>	<u>0,3</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	0,4	0,5
		0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	-	-
18-30	Точение черновое	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4,0	5,0	5,0
	Точение чистовое	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5
	Шлифование	<u>0,3</u>	<u>0,3</u>	<u>0,3</u>	<u>0,3</u>	<u>0,4</u>	<u>0,3</u>	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,6</u>
		0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7
30-50	Точение черновое	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5	5,0	5,5	6,0
	Точение чистовое	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	2,5
	Шлифование	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	0,4	0,5	0,5	0,7
		0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8
50-80	Точение черновое	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5	5,0	5,5	6,0
	Точение чистовое	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	2,5
	Шлифование	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,6</u>	<u>0,7</u>
		0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,9
80-120	Точение черновое	5,5	5,5	5,5	6,0	6,0	7,0	7,5	8,5	8,5
	Точение чистовое	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0
	Шлифование	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,6</u>	<u>0,6</u>	<u>0,8</u>
		0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9
120-200	Точение черновое	6,0	6,0	6,0	7,0	7,0	7,5	8,0	9,0	9,0
	Точение чистовое	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5
	Шлифование	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,5</u>	<u>0,6</u>	<u>0,6</u>	<u>0,6</u>	<u>0,6</u>	<u>0,7</u>	<u>0,8</u>
		0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0

Примечания. 1. В числителе даны припуски для незакаленных деталей, в знаменателе – для закаленных.

2. При обработке с уступами припуск назначается по отношению к общей длине детали.

3. При закаливании деталей, изготовленных из сталей, подверженных значительным термическим деформациям (например, из стали 45), припуски под шлифование следует увеличивать.

Таблица П8

Качество поверхности штампованных заготовок

Масса заготовки, кг	Высота неровностей R_z , мкм	Дефектный слой T , мкм	Масса заготовки, кг	Высота неровностей R_z , мкм	Дефектный слой T , мкм
До 0,25	80	150	25-40	320	300
0,25-4,00	160	200	40-100	350	350
4,00-25	240	250	100-200	400	400

Таблица П9

Точность и качество поверхностей литых заготовок

Литье в земляные формы, получаемые машинной формовкой						
Размер заготовки, мм	Высота неровностей и дефектный слой (R_z+T), мкм, в зависимости от группы точности отливок для различных материалов					
	I			II		
	Чугун	Сталь	Цветные сплавы	Чугун	Сталь	Цветные сплавы
До 1250	600	500	400	800	600	500
1250-3150	800	700	-	1000	800	-

Отливки, получаемые специальными способами					
Способ литья	Квалитет точности	Высота неровностей R_z , мкм	Дефектный слой Т, мкм		
			Чугун	Сталь	Цветные сплавы
В кокиль и центробежное	7-8	200	300	200	100
В оболочковые формы	11-12	40	260	160	100
По выплавляемым моделям	11-12	30	170	100	60

Таблица П10

Качество наружной поверхности горячекатаного проката

Диаметр, мм	Повышенная точность, мкм		Обычная точность, мкм	
	R_z	Т	R_z	Т
До 25	100	100	150	150
25-75	100	150	150	250
75-150	150	200	200	300
150-250	250	300	300	400

Таблица П11

Точность и качество поверхности заготовок из проката после механической обработки

Способ обработки	Технологический переход	Квалитет точности	Высота неровностей R_z , мкм	Дефектный слой Т, мкм
Обтачивание горячекатаного проката (обычной и повышенной точности), калиброванного проката 12-го квалитета точности	Обдирка	14	120	120
	Черновое	12	60	60
	Чистовое или однократное	11-10	30-20	30
	Тонкое	9-8	6	-
Шлифование в центрах горячекатаного проката 12-го квалитета точности	Черновое	9	10	20
	Чистовое или однократное	8	6	12
	Тонкое	7-6	3	6-2
Бесцентровое шлифование калиброванных прутков 8-го и 10-го квалитетов точности	После термообработки (тонкое)	6-5	3-0,8	12
	До термообработки (чистовое)	7	6	-

Таблица П12

Точность и качество поверхности штампованных заготовок после механической обработки

Способ обработки	Квалитет точности	Высота неровностей R_z , мкм	Дефектный слой T , мкм	Способ обработки	Квалитет точности	Высота неровностей R_z , мкм	Дефектный слой T , мкм
Наружные поверхности вращения				Торцовые поверхности			
Валы ступенчатые							
Точение: однократное черновое чистовое	11-13 13 11	30 50 25	30 50 25	Точение, подрезание: черновое чистовое	12-13 11	50 30	50 30
Шлифование: черновое чистовое	8-9 7-8	10 5	20 15	Фрезерование	14	100	100
Шестерни одно- и много- венцовые							
Точение: однократное черновое получистовое чистовое	10-13 14 12-13 10-11	30 100 50 25	30 100 50 25	Подрезание: однократное черновое получистовое чистовое	 10 14 12 10	 30 100 50 25	 30 100 50 25

Таблица П13

Точность и качество поверхности детали после механической обработки литых заготовок

Способ обработки	Квалитет точности	Высота неровностей R_z , мкм	Дефектный слой T , мкм	Способ обработки	Квалитет точности	Высота неровностей R_z , мкм	Дефектный слой T , мкм
Литье в оболочковые формы				Литье по выплавляемым моделям и под давлением			
Точение, фрезерование, строгание: однократное черновое чистовое тонкое	 11 11 10 7	 25 20 10 -	 25 20 10 -	Точение, фрезерование, строгание: однократное тонкое	 10 7	 15 -	 20 -
Отливки, полученные в земляные формы				Специальное литье, литье в кокиль и центробежное			
Точение, фрезерование, строгание: однократное черновое получистовое чистовое тонкое	 12 14 12 10 9	 30 100 50 25 -	 30 100 50 25 -	Точение, фрезерование, строгание: однократное черновое чистовое тонкое	 11 12 10 7	 25 50 20 -	 25 50 20 -
Шлифование: однократное черновое чистовое тонкое	 7 9 6 5	 - 10 5 -	 - 20 12 -	Шлифование: однократное черновое чистовое тонкое	 7 - 6 5	 - 10 5 -	 - 20 15 -

Таблица П14

Точность и качество поверхности при механической обработке отверстий

Способ обработки	Диаметр отверстия, мм	Квалитет точности	Высота неровностей R_z , мкм	Дефектный слой T , мкм	
Сверление	3-6	12-14	20	40	
	6-10		40	50	
	10-18		40	60	
	18-50		50	70	
Зенкерование: черновое	18-30	11-12	50	40	
	30-80		50	50	
	получистовое чистовое	До 80	10-11	30	40
		До 30 30-80	9 10	30	30
Растачивание: черновое	50-260	12-13	50	50	
	чистовое	50-260	10	20	
Развертывание: предварительное		9	10	20	
		окончательное	6-80	7-8	5
Шлифование Протягивание Калибрование шариком или оплавкой	До 80	7-8	-	-	
	10-80	8	4	6	
	6-80	7	0,6	-	

Таблица П15

Выбор марок твердого сплава для режущего инструмента при различных видах обрабатываемого материала

Вид и характер обработки	Углеродистая и легированная сталь	Труднообрабатываемая сталь	Чугун		Цветные металлы и сплавы
			HB 240	HB 300-700	
Точение черновое поковок, штамповок и литья по корке и окалине при неравномерном сечении среза и прерывистом резании (с ударами)	T5K10 T5K128 BK8	T5K12B TT7K12 BK8	BK8 BK8B BK4	BK8 BK8B	BK4 BK6 BK8
Точение черновое по корке при неравномерном сечении среза и непрерывном резании	T14K8 T5K10	BK4 BK8	BK4 BK8	BK6M BK4	BK4 BK6
Точение получистовое и чистовое при непрерывном резании	T15K6 T5K10	BK4 BK8	BK4 BK6	BK6M	BK2 BK4
Точение получистовое и чистовое при непрерывном резании	T15K6T T15K6	T14K8 T15K6	BK6	BK6 BK4	BK3
Точное точение	T30K4	-	BK2	BK6M	BK3M
Отрезка и прорезка канавок	T5K10	BK4	BK6	BK6M	BK2
Зенкерование черновое	T15K6	T15K6	BK4 BK8	BK4	BK4
	T5K10	BK4		BK6M	BK3
	BK8	BK8		BK8	BK8
Зенкерование получистовое и	T15K6	T15K6	BK4	BK2	BK2

чистовое	T14K8	T5K10	BK6M	BK6M	BK3M
Вид и характер обработки	Углеродистая и легированная сталь	Труднообрабатываемая сталь	Чугун		Цветные металлы и сплавы
			HB 240	HB 300-700	
Фрезерование черновое	TK15K6 T5K10	T5K10 BK8	BK6 BK8	- -	BK6 BK8
Фрезерование полустовое и чистовое	T30K4 T15K6	T15K6 T14K8	BK8 BK6	BK6M -	BK12 BK3M
Сверление сплошное неглубоких (нормальных) отверстий	T5K10 T5K12B BK8	T5K12B TT7K12 BK8B	BK8 BK8B BK6	BK8 BK6	BK4 BK6 BK8

Таблица П16

Погрешность закрепления ϵ_3 , мкм

Метод получения заготовки	Диаметр закрепляемой поверхности D, мм, при смещении							
	радиальном				осевом			
	До 50	50-120	120-260	260-500	До 50	50-120	120-260	260-500
Литье: в земляную форму машинной формовки в оболочковые формы в постоянную форму	300	400	500	600	100	120	150	200
	100	150	200	250	50	80	100	120
	200	300	400	500	80	100	120	150
Горячая штамповка: на молотах на кривошипных прессах	300	400	500	600	190	120	150	200
	200	300	400	500	80	100	120	150

Таблица П17

Погрешность установки заготовки в патронах без выверки

Метод получения заготовки	Погрешность (мкм) при диаметре базовой поверхности, мм								
	10-18	18-30	30-50	50-80	80-120	120-180	180-250	250-315	315-500
Установка в трехкулачковом самоцентрирующем патроне									
Литье в кокиль	<u>175</u>	<u>200</u>	<u>250</u>	<u>300</u>	<u>350</u>	<u>400</u>	<u>450</u>	<u>550</u>	<u>650</u>
	70	80	90	100	110	120	130	140	150
Горячая штамповка	<u>270</u>	<u>320</u>	<u>370</u>	<u>420</u>	<u>500</u>	<u>600</u>	<u>700</u>	<u>800</u>	-
	80	90	100	110	120	130	140	150	-
Горячекатаный прокат	<u>270</u>	<u>320</u>	<u>370</u>	<u>420</u>	<u>500</u>	<u>600</u>	-	-	-
	80	90	100	110	120	130	-	-	-
Все виды заготовок: черновая обработка чистовая обработка	<u>60</u>	<u>70</u>	<u>80</u>	<u>100</u>	<u>120</u>	<u>140</u>	<u>160</u>	<u>180</u>	<u>200</u>
	60	70	80	90	100	110	120	130	140
	<u>30</u>	<u>35</u>	<u>40</u>	<u>50</u>	<u>60</u>	<u>70</u>	<u>80</u>	<u>90</u>	<u>100</u>
	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Установка в пневмопатроне									
Литье в кокиль	<u>140</u>	<u>170</u>	<u>700</u>	<u>240</u>	<u>280</u>	<u>320</u>	<u>380</u>	<u>440</u>	<u>500</u>
	60	65	75	80	90	100	110	120	130
Горячая штамповка	<u>220</u>	<u>260</u>	<u>320</u>	<u>380</u>	<u>440</u>	<u>500</u>	<u>580</u>	<u>660</u>	-
	60	70	80	90	100	110	120	130	-
Горячекатаный прокат	<u>220</u>	<u>260</u>	<u>320</u>	<u>380</u>	<u>440</u>	<u>500</u>	-	-	-
	60	70	80	90	100	110	-	-	-

Все виды заготовок:									
черновая обра-	$\frac{50}{50}$	$\frac{60}{60}$	$\frac{70}{70}$	$\frac{80}{80}$	$\frac{90}{90}$	$\frac{100}{90}$	$\frac{120}{100}$	$\frac{140}{110}$	$\frac{160}{120}$
ботка	50	60	70	80	90	90	100	110	120
чистовая обра-	$\frac{25}{30}$	$\frac{30}{35}$	$\frac{35}{40}$	$\frac{40}{50}$	$\frac{45}{60}$	$\frac{50}{70}$	$\frac{60}{80}$	$\frac{70}{90}$	$\frac{80}{100}$
ботка	30	35	40	50	60	70	80	90	100

Примечания. 1. В числителе указаны погрешности установки заготовок для радиального направления силы, в знаменателе – для осевого направления силы. 2. Обработку с использованием сырых кулачков применяют при партии заготовок не более 80-120 шт.

Таблица П18

Погрешность установки заготовки на постоянные опоры в приспособлениях

Способ получения поверхности заготовки	Погрешность, мкм, при диаметре базовой поверхности, мм								
	10-18	18-30	30-50	50-80	80-120	120-180	180-260	260-360	360-500
С винтовыми или эксцентриковыми зажимами на опорные пластинки									
Литье: в песчаную форму машинной формовки по металлической модели в постоянную форму по выплавляемой модели под давлением	100	110	120	135	150	175	200	240	280
	60	70	80	90	100	110	120	130	140
	50	60	70	80	90	100	110	-	-
	40	50	60	70	80	90	100	-	-
Горячая штамповка	100	110	120	135	150	175	190	-	-
Горячекатаный прокат	100	110	120	130	145	170	-	-	-
Черновая обработка	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Чистовая обработка	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Шлифование	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Литье: в песчаную форму машинной формовки по металлической модели в постоянную форму по выплавляемым моделям под давлением	100	125	150	175	200	225	250	300	350
	100	110	120	130	140	150	160	180	200
	90	100	110	120	130	140	150	-	-
	80	90	100	110	120	130	140	-	-
Горячая штамповка	100	125	150	175	200	225	250	300	-
Горячекатаный прокат	100	125	150	175	200	225	-	-	-

ный прокат									
Способ получения поверхности заготовки	Погрешность (мкм) при диаметре базовой поверхности, мм								
	10-18	18-30	30-50	50-80	80-120	120-180	180-260	260-360	360-500
С винтовыми или эксцентриковыми зажимами на опорные штифты									
Черновая обработка	90	100	110	120	130	140	150	160	170
Чистовая обработка	80	90	100	110	120	130	140	150	160
Шлифование	70	80	90	100	110	120	130	140	150
С пневматическим зажимом и установкой заготовки на опорные пластинки									
Литье: в песчаную форму машинной формовки по металлической модели в постоянную форму по выплавляемым моделям под давлением	80	90	100	110	120	140	160	190	220
	55	60	65	70	80	90	100	110	120
	40	50	55	60	70	80	90	-	-
	30	35	40	50	60	70	80	-	-
Горячая штамповка	80	90	100	110	120	140	160	190	-
Горячекатаный прокат	80	90	100	110	120	140	-	-	-
Черновая обработка	40	50	55	60	70	80	90	100	110
Чистовая обработка	30	35	40	50	60	70	80	90	100
Шлифование	20	25	30	40	50	60	70	80	90
С пневматическим зажимом и установкой заготовки на опорные штифты									
Литье: в песчаную форму машинной формовки по металлической модели в постоянную форму по выплавляемой модели под давлением	90	100	120	140	160	180	200	240	280
	80	90	100	110	120	130	140	160	180
	70	75	80	90	100	110	120	-	-
	45	50	60	70	80	90	100	-	-
Горячая штамповка	90	100	120	140	160	180	200	240	-
Горячекатаный прокат	80	100	120	140	160	180	-	-	-

Черновая обработка	70	75	80	90	100	110	120	130	140
Чистовая обработка	60	70	80	90	90	100	110	120	130
Шлифование	50	60	70	80	80	90	100	110	120

Таблица П19

Длина фрезерования и перебега $l_2 + l_3$ при фрезеровании, мм

Ширина фрезерования	Диаметр торцовых и концевых фрез, работающих симметричным методом														
	До 20	32	40	50	80	100	120	160	180	200	250	280	300	320	360
16	6	5	5	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	7	6	6	5	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	10	7	7	6	6	6	6	6	-	-	-	-	-	-
32	-	-	10	9	7	7	7	6	6	6	-	-	-	-	-
40	-	-	-	14	10	8	8	8	7	7	-	-	-	-	-
60	-	-	-	-	20	14	12	12	10	10	9	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	24	20	17	15	14	13	12	11	11	-
100	-	-	-	-	-	54	30	26	21	18	16	15	15	14	13
120	-	-	-	-	-	-	49	35	29	25	22	20	18	17	16
140	-	-	-	-	-	-	-	71	49	34	30	24	22	21	19
160	-	-	-	-	-	-	-	-	56	45	39	34	29	27	25
180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61	50	39	36	33	31
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	105	60	48	44	40
220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	92	60	54	48
Глубина фрезерования t	Диаметр дисковых, прорезных, цилиндрических и фасонных фрез														
	До 16	25	32	40	50	60	70	80	90	100	110	120	140	150	180
1	5	7	9	9	11	12	12	13	14	14	15	16	17	18	19
2	6	9	11	12	14	15	16	17	18	18	19	21	22	23	24
3	7	10	12	14	16	17	18	19	20	21	22	24	26	26	28
4	7	11	13	15	18	19	21	22	23	24	25	27	29	30	32
5	7	12	14	16	19	21	22	24	25	26	27	29	31	32	35
6	-	12	15	17	20	22	24	25	27	28	29	31	34	35	37
8	-	13	16	19	22	25	26	29	30	31	34	35	37	39	42
10	-	-	18	21	24	27	28	31	32	34	37	38	41	43	46
12	-	-	-	-	26	28	30	33	35	37	40	41	44	46	50
14	-	-	-	-	-	-	32	35	37	39	42	44	47	49	53
16	-	-	-	-	-	-	34	37	39	41	45	46	50	52	56
18	-	-	-	-	-	-	-	38	41	43	47	48	52	54	59
20	-	-	-	-	-	-	-	-	42	45	48	50	54	56	61

Таблица П20

Длина подвода, врезания и перебега режущего инструмента при сверлении, зенкеровании, развертывании и нарезании резьбы, мм

Метод обработки деталей	Длина подвода, врезания и перебега инструмента диаметром D										
	2,5	6	10	16	20	25	32	40	50	60	80
Обработка сквозных отверстий сверлами: с нормальной заточкой	2,0	3	5	6	8	10	12	15	-	-	-
	-	-	6	8	10	15	15	18	-	-	-
с двойной заточкой	-	-	6	8	10	15	15	18	-	-	-
Сверление глухих отверстий	1,5	2	4	6	7	9	11	14	-	-	-
Зенкерование отверстий: сквозных	-	-	-	3	4	5	5	6	6	8	8
	-	-	-	2	2	2	2	3	3	4	4
Зенкерование глухих отверстий	-	-	-	3	4	5	5	6	6	8	8
	-	-	-	2	2	2	2	3	3	4	4
Обработка сквозных отверстий развертками с углом заборного конуса: 15° (обработка стали)	-	8	10	12	14	16	18	20	24	26	28
	-	10	12	15	17	20	22	25	28	32	34
5° (обработка чугуна)	-	10	12	15	17	20	22	25	28	32	34
Развертками глухих отверстий	-	2	3	3	3	3	4	4	4	5	5

Таблица П21

Вспомогательное время на контрольные измерения

Измерительный инструмент	Точность измерения	Измерительный размер, мм	Длина измеряемой поверхности, мм			
			50	100	200	500
			Время, мин			
Штангенциркуль	0,1 мм	50	0,10	0,13	0,16	0,21
		100	0,13	0,16	0,19	0,24
		200	0,16	0,17	0,21	0,25
Скоба односторонняя предельная	11-12 квалитеты	50	0,05	0,06	0,08	0,15
		100	0,07	0,08	0,10	0,16
	7-9 квалитеты	50	0,09	0,10	0,13	0,16
		100	0,12	0,13	0,16	0,20
Калибр-пробка гладкая двусторонняя	11-12 квалитеты	25	0,07	0,09	0,13	-
		50	0,09	0,11	0,15	-
	7-9 квалитеты	25	0,11	0,14	0,20	-
		50	0,13	0,16	0,22	-
Коэффициент, учитывающий периодичность измерений детали						
Точение цилиндрической поверхности	0,1	50	Коэффициент K_n			
			200	0,3	0,4	

Время на техническое и организационное обслуживание, а также физические потребности при различных видах обработки

Станок	Основные параметры станка, мм	T _{т.о.} от основного времени, %	T _{ф.о.} от оперативного времени, %	Суммарное время (T _{ф.п.} +T _{т.об.} +T _{оп.}) от оперативного времени, %
Токарный с высотой центров	200	2,5	1,4	4,6
	300	3,0	1,5	5,0
	400	3,5	1,6	5,3
	500	3,5	1,7	5,4
Токарно-карусельный с диаметром стола	1000	3,0	1,4	4,9
	1500	3,0	1,5	5,0
	2000	3,5	1,6	5,3
	3000	3,5	1,7	5,4
Револьверный с диаметром отверстия шпинделя	22	2,5	1,5	4,7
	60	3,0	1,6	5,1
	110	3,5	1,7	5,4
Расточной с диаметром шпинделя	80	3,0	1,7	5,2
	110	3,0	1,9	5,4
	150	3,5	2,0	5,7
Вертикально-сверлильный с диаметром обрабатываемого отверстия	35	1,0	1,0	3,5
	55	1,0	1,1	3,6
	60	1,5	1,2	4,0
Радиально-сверлильный с диаметром обрабатываемого отверстия	35	1,0	1,2	3,7
	55	1,0	1,4	3,9
	80	1,5	1,5	4,2
Поперечно-строгальный с длиной хода ползуна, мм	500	1,5	1,2	4,0
	800	2,0	1,5	4,5
Долбежный с длиной хода ползуна, мм	300	1,5	1,2	4,0
	500	2,0	1,5	4,5
Горизонтально- и вертикально-фрезерный с длиной стола	1000	1,5	1,2	4,0
	1500	2,0	1,4	4,4
	2000	2,5	1,5	4,7
Продольно-фрезерный с длиной стола, мм	1500	2,0	1,5	4,5
	2500	2,5	1,7	5,0
	4000	3,0	2,1	5,6
Круглошлифовальный с высотой центров, мм	200	6,0	1,7	6,7
	300	7,0	2,2	7,7
Внутришлифовальный с диаметром шлифуемого отверстия, мм	200	6,0	2,2	2,7
	400	7,0	2,7	8,2
Плоскошлифовальный, работающий торцом круга, с длиной стола, мм	1000	2,0	1,7	4,7
	1500	2,5	1,9	5,1
	2500	3,0	2,2	5,7
Протяжной	-	2,0	1,4	4,4
Зуборезный	-	3,0	1,7	5,2
Центровочный	-	2,0	1,2	4,2
Болторезный	-	2,0	1,2	4,2
Дисковый	-	1,5	1,2	4,0

**Вспомогательное время на установку и снятие детали
в самоцентрирующем патроне**

Способ установки детали		Масса детали, кг, до					
		0,25	1,0	3,0	5,0	8,0	12
В патроне с креплением пневматическим или гидравлическим зажимом		Время, мин					
В патроне с креплением пневматическим или гидравлическим зажимом	Без выверки	0,11	0,13	0,17	0,21	0,25	0,30
	С выверкой	0,25	0,35	0,10	0,47	0,55	0,65

Вспомогательное время на управление токарным станком с ЧПУ

Содержание работы	Время ^{*)} , мин
1. Включить станок, выключить	0,03
2. Задвинуть оградительный щиток и отодвинуть	0,03
3. Подвести инструмент к детали, отвести	0,10
4. Включить пульт, выключить	0,03
5. Перемотать магнитную ленту	См. табл. 27
6. Продвинуть перфоленту в исходное положение	0,20
7. Включить лентопротяжный механизм, выключить	0,03
8. Выбор готовой программы в операционной системе	0,03

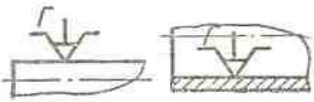
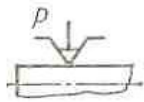


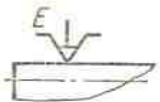



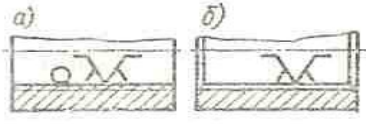
^{*)} При максимальном диаметре детали 400 мм

**Вспомогательное время на набор программы ЧПУ
в зависимости от времени автоматической работы станка по программе**

Время автоматической работы станка, мин	2	3	5	10	20
Время на перемотку при скорости воспроизведения программы 3м/мин, мин	0,02	0,03	0,05	0,1	0,2

Условные обозначения опор, зажимов и установочных устройств, соответствующие ГОСТ 3.1107-81, и число лишаемых ими степеней свободы заготовок

Наименование	Условное обозначение		
	Вид сбоку	Вид в плане	
		сверху	снизу
Опора неподвижная			
Опора подвижная			
Опора плавающая			
Опора регулируемая			
Опора регулируемая со сферической выпуклой рабочей поверхностью		—	—
Опора неподвижная с призматической рабочей поверхностью			
Опора подвижная (зажим) с призматической рабочей поверхностью			
Центр неподвижный (гладкий)		—	—
Центр вращающийся		—	—
Центр плавающий		—	—
Центр рифленый		—	—
Центр обратный вращающийся с рифленой поверхностью		—	—
Патроны двух-, трех- и четырехкулачковые с механическим зажимом		—	—
		—	—
		—	—
Патроны и оправки цанговые		—	—
		—	—

Наименование	Условное обозначение		
	Вид сбоку	Вид в плане	
		сверху	снизу
Патроны и оправки с гидропластовым зажимом		—	—
Патрон (зажим) пневматический		—	—
Патрон (зажим) гидравлический		—	—
Патроны (зажимы) магнитный и электромагнитный		—	—
Патрон (зажим) электрический		—	—
Патрон поводковый		—	—
Люнет неподвижный		—	—
Люнет подвижный		—	—
Оправка цилиндрическая гладкая		—	—
Оправка цилиндрическая шариковая (роликовая)		—	—
Оправки цилиндрические резьбовая (а) и шлицевая (б)		—	—

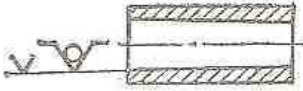






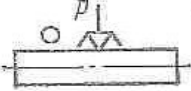
Наименование	Условное обозначение		
	Вид сбоку	Вид в плане	
		сверху	снизу
Оправка коническая роликовая		—	—
Зажим одиночный (механический)			
Зажим заблокированный двойной (механический)			
Зажим пневматический с цилиндрической рифленой рабочей поверхностью		—	—

Таблица П27

Краткая техническая характеристика металлообрабатывающих станков

Модель станка	Размеры обрабатываемой детали, мм		Число скоростей	Частота вращения шпинделя, об/мин	Подача, мм/мин	Число подач	Мощность, кВт	Масса, т	Габаритные размеры, мм
	диаметр	длина							
Автоматы токарно-револьверные одношпиндельные									
1E125	25	100	-	левое 125-4000, правое 63-500	-	-	4,0	2,65	2160×100
1E40	40	100	-	левое 80-2500, правое 40-315	-	-	5,5	2,65	2160×1000
Автоматы токарные одношпиндельные продольного точения									
11Т16В	16	80	-	450-6300	-	-	3,0	1,2	1900×945
1Д25В	25	100	-	315-4000	-	-	5,5	1,6	2600×1070
Автоматы токарные многошпиндельные горизонтальные прутковые									
1216-6	16	80	-	370-2650	-	-	7,5	4,0	5385×1000
1Б240-6	40	160	22	140-1600	-	-	15,0	11,6	6170×1700
1Б265-8К	50	150	24	97-1176	-	-	30,0	14,5	6130×1965
1Б265-6К	65	150	26	73-1065	-	-	30,0	14,5	6265×1965
1Б290-8К	80	250	20	80-706	-	-	30,0	22,5	8045×2185
1Б290-6К	100	200	20	70,5-660	-	-	30,0	22,0	5350×2475
1Б290-4К	125	200	-	50-508	-	-	30,0	22,0	5350×2130
Полуавтоматы токарные многошпиндельные горизонтальные патронные									
1Б240П-6	120	105	24	80-1120	-	-	18,5	11,5	4500×1750
1Б265П-8К	120	150	21	97-814	-	-	30,0	14,0	4675×1825
1Б265П-6К	160	150	24	78-805	-	-	30,0	14,0	4675×1825
1Б290П-8К	160	200	24	48-806	-	-	30,0	18,4	4325×2114
1Б290П-6К	200	200	24	42-617	-	-	30,0	18,4	4325×2011
Полуавтоматы токарные многошпиндельные вертикальные									
1К282	250	-	28	42-628	0,041-3,44	-	55,0	19,0	3070×2945
1283	400	-	28	28-410	0,094-3,85	-	100,0	20,5	3250×3065
1Б284	360	200	22	20-224	0,08-5,0	-	22	15,0	3285×2987

Токарно-револьверные станки									
1Е316П	18	100	14	100-400	0,03-0,18	-	3,0	1,26	4020×920
1Е316ПЦ	18		14	100-400	-	-	3,0	1,64	4000×1290
1Г340ПЦ	40		12	45-2000	-	-	6,2	3,45	2900×1150
1А425	250	175		50-1250	-	-	7,5	4,8	2570×1650
Станки токарно-винторезные и токарные									
16У04П	200	500	-	70-3500	-	-	1,1	0,52	1380×730
16Б05А	250	500	-	25-2500	-	-	1,5	1,24	1530×910
1М61	320	710	24	12,5-1600	0,08-1,9	-	4,0	1,26	2055×1095
16К20	400	710	23	12,5-1600	0,05-2,8	42	10	2,84	2505×1190
16К20	400	1000	23	12,5-1600	0,05-2,8	42	10	3,0	2795×1190
16К20	400	1400	23	12,5-1600	0,05-2,8	42	10	3,23	3195×1190
16К20	400	2000	23	12,5-1600	0,05-2,8	42	10	3,69	3795×1190
1М63Б	630	2800	22	10-1250	0,06-1,0	42	15	5,6	4950×1780
1А64	800	2800	24	7,1-750	0,20-3,05	32	18,5	11,4	5825×2000
Полуавтоматы токарные многорезцовые копировальные									
1716Ц	400	750	-	100-2000	6,3-1250	-	18,5	5,7	3250×1480
КМ144	500	1000	-	80-800	15-500	-	45,0	10,6	5250×1575
КМ205	580	360	-	80-800	0,015-0,8	-	30,0	6,0	2500×1405
1Б732	320	1000	-	56-900	20-350	-	37,0	13,2	3590×2390
1Н713	500	500	-	63-1250	25-400	-	18,5	4,4	2450×1290
Станки вертикально-сверлильные									
2Г125	25	200	-	63-2000	0,1-1,6	9	2,2	0,78	730×910
2Н135Б	35	500	12	31,5-1400	0,1-1,6	9	4,0	3,5	1700×1030
2Н150	50	300	12	22,4-1000	0,05-2,24	12	7,5	1,87	2930×890
2Г175Б	75	500	-	56-710	0,05-2,24	12	11,0	3,6	1700×1030
2Г175М	85	500	12	22-1000	0,05-2,24	12	11,0	5,0	1800×1100
Станки центральные и фрезерно-центральные									
2А931	125	70-500	-	500-2000	0,01-0,16	-	4,4	2,39	2000×1050
2982	25-80	250-1000	-	-	-	-	26,81	8,6	4000×4150
Станки круглошлифовальные									
3У132	280	1000	-	40-400	0,05-5,0	-	5,5	6,5	5500×2585
3М131	280	700	-	1590	0,05-5,0	-	7,5	6,8	5500×2585
3У142	420	1000	-	30-300	0,05-5,0	-	7,5	7,5	6310×2585
3У144	400	2000	-	30-300	0,05-4,5	-	7,5	10,0	6920×2585
3М151	200	700	-	50-500	0,05-5,0	-	10,0	5,6	4975×2241
3М152	200	1000	-	50-500	0,05-5,0	-	10,0	6,1	4975×2337
3М173	400	1400	-	1270	0,05-5,0	-	18,5	11,8	5800×2840
Станки бесцентрово-шлифовальные									
3М182	0,8-75	170		17-150	-	-	7,5	3,47	2230×1455
3М184	3-80	250		11-150	-	-	10,0	6,85	2945×1885
3М185	8-160	320		15-100	-	-	22,0	9,29	3250×2550
Станки внутришлифовальные									
3К225В	3-25	50		280-2000	1-7	-	0,76	2,8	2225×1775
3К227В	20-100	125		60-1200	1-7	-	4,0	4,3	2815×1900
3К228В	50-200	200		100-600	-	-	5,5	6,6	3970×2200
3К229В	100-400	320		40-240	-	-	7,5	8,6	4570×2530

Станки плоскошлифовальные с прямоугольным столом									
3Д722	1250×320×400*	-	-	1460	300-1260	-	15,0	8,7	4010×2130
3Д725	2000×630×630*	-	-	1500	3-30	-	30,0	15,45	5750×2860
3Д732	800×320×400*	-	-	1460	300-1220	-	22,0	8,2	4010×2130
Станки плоскошлифовальные с круглым столом									
3Е756	800	450		1000	5-30	-	55,0	10,1	2800×2500
3П772-2	1000	250		0,25-1,4			30,0	14,8	5325×4400
Станки шлицевшлифовальные									
3451	11-25	550	-	2880,4500	1-22	-	3,0	3,9	2600×1515
				6300					
3451Б	11-125	850	-	6300	1-22	-	3,0	4,63	3450×1515
3451В	11-125	1250	-	2880,	1-22	-	3,0	6,2	4450×1515
				4550,6300					
3451Г	11-125	1850	-	6300	1-22	-	3,0	6,8	5250×1515
3П451	11-125	380	-	6300	1-22	-	3,0	4,1	2600×1515
Резьбошлифовальные станки									
5К821В	2-95	270	-	0,3-55	-	-	3,0	4,85	1795×1910
5К822В	3-150	375	-	0,3-55	-	-	3,0	5,35	22×2038
5К823В	30-320	950	-	0,11-33	-	-	5,5	8,7	3780×2510
Станки зубофрезные для цилиндрических колес									
5304П	80, m=1,5	-	-	200-1250	0,1-1,6	-	1,5	2,48	1215×1195
5К301П	125, m=2,5	-	-	100-500	0,35-45	-	2,2	1,84	1320×1120
53А30	320, m=6,0	-	-	50-400	0,63-7	-	4,2	6,8	2300×1500
53А50	500, m=8,0	-	-	40-405	0,75-7,5	-	12,5	9,85	2670×1810
53А80	800, m=10	-	-	40-405	0,75-7,5	-	12,5	10,8	2897×1810
5К328А	800, m=12	-	-	32-200	0,5-5,6	-	10,0	13,98	3580×1790
5А342П	1200, m=20	-	-	8-100	0,3-15	-	13,0	31,8	6910×2990
Станки зубодолбежные для цилиндрических колес									
5111	80, m=1	20	-	250-1600	0,25-0,16	-	1,1	1,77	1635×1090
5122	200, m=5	50	-	200-850	0,16-1,60	-	2,8	4,4	2000×1450
5140	500, m=8	100	-	65-450	0,02-0,1	-	3,1	4,4	1900×1450
5М150	800, m=12	160	-	33-188	-	-	5,7	10,8	4210×1800
5М161	1250, m=12	160	-	33-212	-	-	5,7	10,9	4385×1860
Станки шлицевфрезерные									
5350А	150, m=6	925	-	80-250	0,63-5	-	6,5	4,1	2585×1550
5350В	150, m=6	1425	-	80-250	0,63-5	-	7,0	4,1	3095×1550
Станки зуборезные для прямозубых конических колес									
5Т23В	125, m=1,5	12	-	210-660	-	-	1,1	3,0	1620×1050
5236П	125, m=2,5	20	-	-	-	-	1,1	3,0	1620×1050
5С276П	500, m=10	80	-	42-400	-	-	4,0	9,0	2940×2090
5С286П	800, m=16	125	-	34-167	-	-	7,5	15,5	3235×2180
5Е283	1600, m=30	270	-	17-127	-	-	7,5	19,12	3725×2780
Станки горизонтально-фрезерные консольные									
6Р81Г	250×1000*	50-410		50-1600	35-1020	-	5,5	2,21	1480×1990
6Р82Г	320×1250*	30-450	18	31,5-1600	25-1250	18	7,5	2,83	2305×1950
6Р83Г	400×1600*	30-450	18	31,5-1600	25-1250	18	11,0	3,7	2560×2260
Станки вертикально-фрезерные консольные									
6Р11	250×1000*	50-410		50-1600	35-1020	-	5,5	2,36	1480×1990
6Р12	320×1250*	50-450	18	31,5-1600	25-1250	18	7,5	3,12	2305×1950
6Р13	400×1600*	80-500	18	31,5-1600	25-1250	18	11,0	4,2	2560×2260
Станки горизонтально-протяжные									
7Б55	100000 Н	1250	-	0,025-0,19	-	-	17,0	5,1	6340×2090
7Б56	200000 Н	1550	-	0,025-0,22	-	-	30,0	7,0	7200×2135
7Б57	400000 Н	2000		0,016-0,10	-	-	40,0	13,0	9400×2500
Станки протяжные вертикальные									
7Б64	500000 Н	1000	-	0,025-0,19	-	-	11,0	5,0	2875×1350

7Б65	100000 Н	1250	-	0,025-0,19	-	-	22,0	8,2	3292×1333
7Б66	200000 Н	1250	-	0,025-0,22	-	-	30,0	11,0	3860×1392
Станки с числовым программным управлением									
Токарные									
16Б16Ф3-05	320	750	-	40-2000	1-1200	-	7,1	3,0	3385×3260
16К20Т1-01	500	1000	22	12,5-2000	0,0-2,8	-	11,0	4,1	3700×1700
16К20Ф3С5	500	1000	23	12,5-2000	3-1200	-	11,0	5,2	3360×1710
16К30Ф3	630	1400	-	6,3-1250	0,010	-	22,0	7,4	4300×2200
Вертикально-сверлильные									
2Р135Ф2-1	35,М24	360	-	45-2000	10-500	-	3,7	4,7	1860×2170
Круглошлифовальные и плоскошлифовальные									
3М151Ф2	200	700	-	50-500	0,04-1,2	-	10,0	6,5	5400×2400
3Е711Ф1	630×200×320*			0,03-0,58	-	-	5,5	3,65	2965×1980
Вертикально-фрезерные консольные									
6Р11Ф3-1	250×1000	50-400	-	80-2500	0,1-4800	-	5,5	3,9	2265×2230
6Р13Ф3-01	400×1600	70-450	-	40-2000	10-2000	-	7,5	5,6	3620×3200
Многооперационные станки									
Вертикально-сверлильно-фрезерно-расточный полуавтомат									
243ВМФ2	25сверл. 160 раст. Магазин 30 инстр.	-	21	40-2500	3,15-2500	30	2,2	-	1590×1640
Горизонтальный фрезерно-сверлильно-расточный полуавтомат									
6904ВМФ2	400×500 Магазин 30 инстр.		19	32-2000	3,15-2500	31	4,5	-	2650×1950
Горизонтальный многооперационный полуавтомат									
6305Ф4	12×500		21	16-1600	10-2500	-	7,8	-	3900×2650

*Размеры стола станка, мм

ГОСТ 3.1105-84 форма 2	
Дубл.	
Взам.	
Подл.	
ИМ50.400.00.0005	
ШТОК	

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

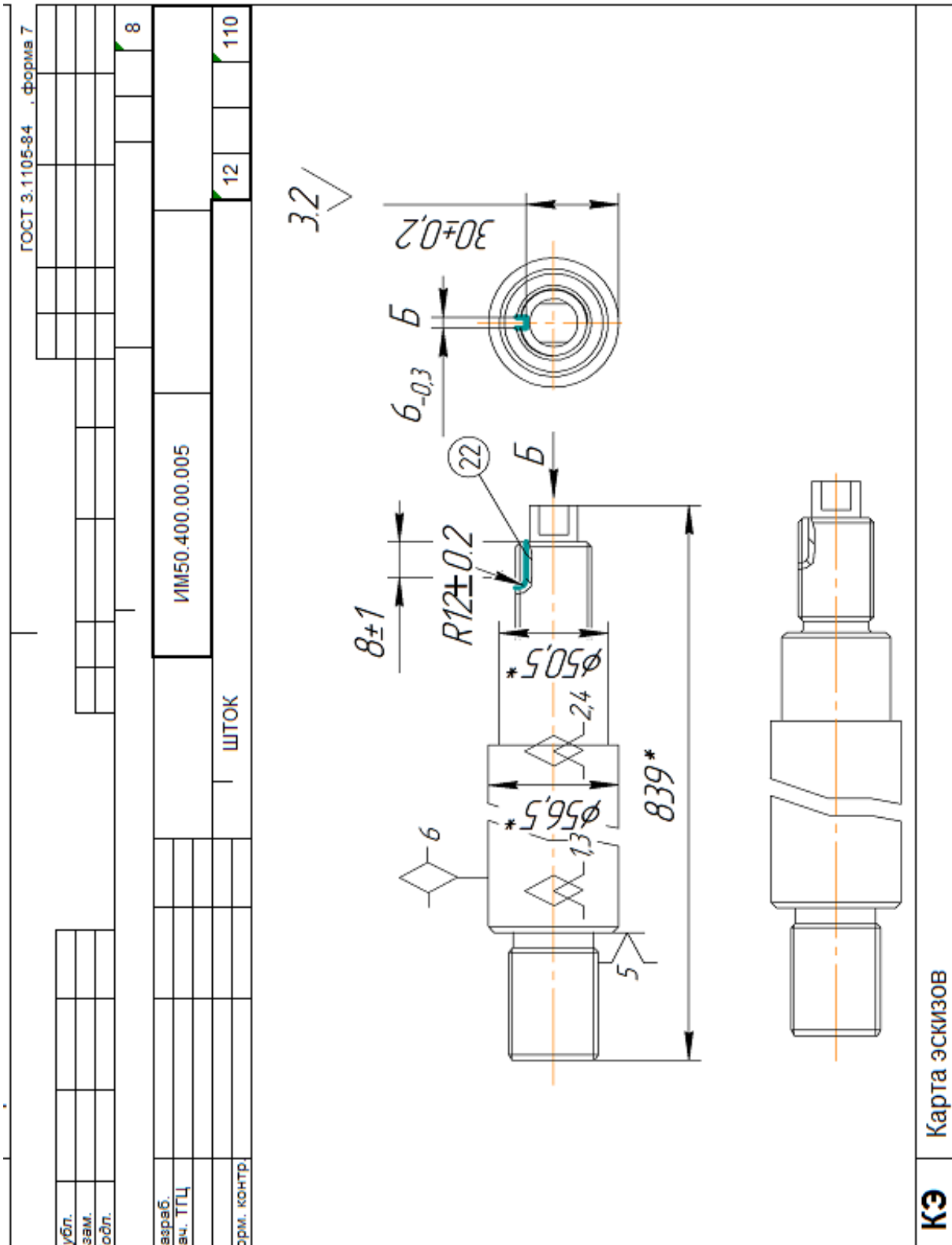
Разработал студент группы
Проверил руководитель проекта

Самара, 2013г

ТЛ | Титульный лист

ГОСТ 3.1404-86 форма 3										
Дубл.										
Взам.										
Подл.										
Разраб.										
Нач. ТПЦ										
ИМ50.400.00.005										
Норм. контр.										
Шток										
Наименование операции	Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Токарная с ЧПУ	40Х			кз	12,1	62x846		1		
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы		То	Тв	Тпз.	Тшт.		СОЖ		
MONFORTS – RNC 700								СОЖ		
P										
01	При выполнении операции соблюдать инструкцию по ТБ №65,2									
02										
003	Внимание оператору!									
04										
05	- Во избежания брака детали из-за неисправности станка перед началом работы проверить его работо-									
06	способность путем отработки программы без детали в ускоренном режиме.									
07										
08	- При включенном шпинделе станка зона обработки должна быть защищена ограждением. (ограждение-									
09	принадлежность станка).									
10										
011	А. Установить и закрепить деталь									
12	Биение наружной поверхности не более 0,05 мм									
13										
OK	Операционная карта									

		ГОСТ 3.1404-86 форма 3										
Дубл.	Взам.	Подп.										
Р	П	И	Д	Л	Т	И	С	П	н	н	V	
т01	Центр упорн. ГОСТ 13214-79; Центр вращ. ГОСТ 8742-75											
02												
т03	Индикатор ИЧ10 кл.1 ГОСТ577-68; Стойка С-1 ГОСТ 10197-70											
04												
05	Б. Установить, закрепить резцы в резцедержателе											
06	В. Привязать режущие кромки резцов к системе координат											
07	Г. Настроить станок в начальную точку программы											
08												
09	1. Обработать деталь по программе № _____, выдерживая размеры эскиза											
10												
т11	Резец 51693/071 Т15К6 СТП635.04.196-87; Резец 2102-0059 Т15К6 ГОСТ 18877-73											
12												
т13	Микрометр МК 50-1 ГОСТ 6507-90; Штангенглубиномер ШГ-160-0.05 ГОСТ 162-90;											
14	Кольцо 33х2-6е ПР ГОСТ 17763-72; Кольцо 33х2-6е НЕ ГОСТ 17764-72;											
15	Кольцо 40х2-6е ПР ГОСТ 17763-72; Кольцо 40х2-6е НЕ ГОСТ 17764-72;											
16	Штангенглубиномер 601/607; Скоба СИ-50 ГОСТ 11098-75; Шаблон-фаскомер 605/7073											
17												
OK Операционная карта												



КЭ Карта эскизов

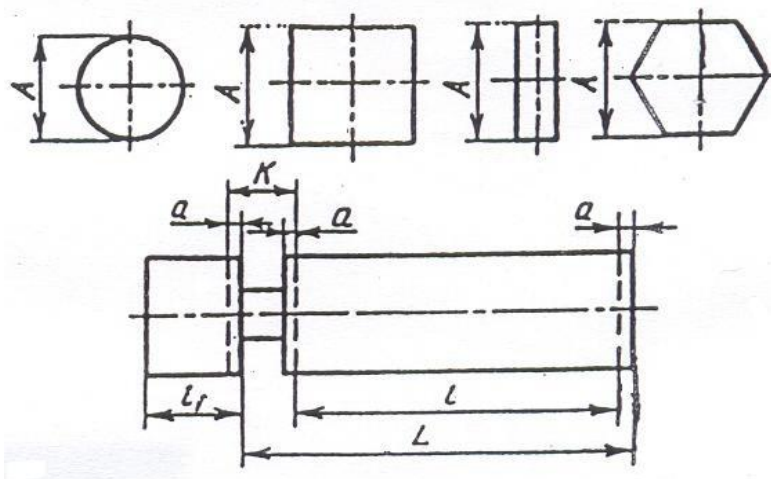
Выбор диаметра заготовки для деталей,
изготавливаемых из круглого сортового проката по ГОСТ 2590-88
Размеры, мм

Номи- нальный диаметр	Диаметр заготовки D в зависимости от длины детали L								Номи- нальный диаметр	Диаметр заготовки D в зависимости от дли- ны детали L							
	L/D<4		L/D<8		L/D<12		L/D<20			L/D<4		L/D<8		L/D<12		L/D<20	
	L	D	L	D	L	D	L	D		L	D	L	D	L	D	L	D
5	20	7	40	7	60	7	100	8	46	184	50	368	50	552	52	920	52
6	24	8	48	8	72	8	120	8	48	192	52	384	52	576	54	960	54
7	28	9	56	9	84	9	140	9	50	200	54	400	54	600	55	1000	55
8	32	10	64	10	96	10	160	11	52	208	55	416	55	624	56	1040	56
9	36	11	72	11	108	11	180	12	54	216	58	432	60	645	60	1080	62
10	40	12	80	12	120	13	200	13	55	220	60	440	60	660	62	1100	65
11	44	13	88	13	132	13	220	13	58	232	62	461	62	696	65	1160	68
12	48	14	96	14	144	15	240	15	60	240	65	480	65	720	68	1200	70
13	52	15	104	15	156	16	260	16	62	248	68	496	68	744	70	1240	72
14	56	16	112	16	168	17	280	17	65	260	70	520	70	780	72	1300	75
15	60	17	120	17	180	18	300	18	68	272	72	544	72	816	72	1360	78
16	64	18	128	18	192	18	320	19	70	280	75	560	75	840	78	1400	80
17	68	19	136	19	204	20	340	20	72	288	78	576	78	864	80	1440	85
18	72	20	144	20	216	21	360	21	75	300	80	600	80	900	80	1500	90
19	76	21	152	21	228	22	380	22	78	312	85	624	85	936	90	1560	90
20	80	22	160	22	240	23	400	24	80	320	85	640	90	960	95	1600	95
21	84	24	168	24	252	24	420	25	82	328	90	656	95	984	95	1640	95
23	92	26	184	26	276	26	460	27	85	340	90	680	95	1020	95	1700	100
24	96	27	192	27	288	27	480	28	88	352	95	704	100	1056	100	1760	105
25	100	28	200	28	300	28	500	30	90	360	95	720	100	1080	105	1800	105
26	104	30	208	30	312	30	520	30	92	368	100	736	100	1104	105	1840	110
27	108	30	216	30	324	32	540	32	95	380	100	760	105	1140	110	1900	110
28	112	32	224	32	336	32	560	32	98	392	105	784	110	1176	110	1960	115
30	120	33	240	33	360	34	600	34	100	400	105	800	110	1200	115	2000	115
32	128	35	256	35	384	36	640	36	105	420	110	840	115	1260	120	2100	120
34	132	38	264	38	396	38	680	38	110	440	115	880	120	1320	125	2200	125
35	140	38	280	38	420	39	700	39	115	460	120	920	125	1380	130	2300	130
36	144	39	288	40	432	40	720	40	120	480	125	960	130	1440	130	2400	135
38	152	42	304	42	456	42	760	43	125	500	130	1000	130	1500	135	2500	140
40	160	43	320	45	480	45	800	48	130	520	135	1040	140	1560	140	2600	150
42	168	45	336	45	504	48	840	48	135	540	140	1080	140	1620	150	2700	150
44	176	48	352	48	528	50	880	50	140	560	150	1120	150	1680	160	2800	160
45	180	48	360	48	540	50	900	50									

П р и м е ч а н и я: 1. Диаметры заготовок определены с учетом черновой, получистовой и чистой обработки деталей типа тел вращения. В зависимости от конфигурации деталей диаметры заготовок могут быть уточнены.

2. Диаметры заготовок для ступенчатых валов выбирают по *максимальному* диаметру ступени. В тех случаях, когда эту ступень не требуется обрабатывать с высокой точностью, диаметр заготовки может быть уменьшен.

Припуски по длине на резку пруткового и профильного материала



Сечение заготовки				Припуск, мм									Припуск на зажим в патроне, мм
Круглое	Двутавровое	Швеллерное	Угловое	на резку без обработки торцов						на обработку торцов			
				Дисковая пила	Ножовочная пила	Станки токарные и револьверные	Отрезка абразивными кругами	Анодно-механическая резка	Дли на до 1 м	Дли на св. 1 до 5 м	Длин св. 5 м		
А	Номера профилей по стандарту			Диаметр диска	В					2а			l_1
До 10	-	-	-	-	-	2,0	2	2	1	2	4	5	30
Св. 10 до 20	-	-	2-5	275	4	2,5	2,5	2	1	4	5	7	40
Св. 20 до 30	-	5-8	5-8	275	4	2,5	3	3	1	6	7	9	40
Св. 30 до 80	10-12	8-10	8-12	275	4,5	2,5	5	-	2	7	8	10	60
Св. 80 до 150	12-16	10-14	12-15	510	6,5	3	6	-	2	8	10	12	70
Св. 150 до 200	16-20	14-18	15-20	660	7	3	8	-	-	9	10	12	80
Св. 200 до 260	20-24	18-22	-	810	7,5	-	10	-	-	10	12	14	80
Св. 260 до 300	24-28	22-24	-	910	9	-	12	-	-	10	12	14	90
Св. 300 до 400	28-32	24-30	-	1200	10	-	14	-	-	10	12	14	90
Св. 400 до 490	32-45	30-40	-	1500	11	-	16	-	-	10	12	16	100

Примечания:

1. Припуски на отрезку учитывают ширину режущего инструмента и неперпендикулярность реза.
2. Длина отрезаемой заготовки для одной детали $L=l+K$, где $K=2a+B$; $a=(K-B)/2$.
3. Длина отрезаемой заготовки для нескольких деталей $L=c(l+K)-B$, где c – количество деталей в отрезаемой заготовке.

4. Для револьверных станков и автоматов длина отрезаемой заготовки для нескольких деталей $L=c(l+K)-B+l_1$, где l_1 – длина остатка прутка в зажимном патроне.

Прокат стальной
горячекатаный круглый
Сортамент
Round steel bars. Dimensions
ОКП 093100; 093200; 093300

ГОСТ
2590-88

Срок действия с 01.01.90

Несоблюдения стандарта преследуется по закону

1. Настоящий стандарт распространяется на стальной горячекатаный прокат круглого сечения диаметром от 5 до 270 мм включительно: Прокат диаметром более 270 мм изготавливается по согласованию изготовителя с потребителем.

2. По точности прокат изготавливают:

- А – высокой точности;
Б – повышенной точности;
В – обычной точности.

3. Диаметр проката, предельные отклонения по нему, площадь поперечного сечения и масса 1 м длины должны соответствовать указанным на чертеже и в таблице ПЗ4.

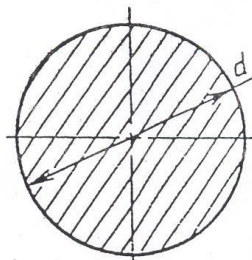


Таблица ПЗ4

Диаметр d, мм	Предельные отклонения, мм при точности прокатки			Площадь поперечного сечения, см ²	Масса 1 м профиля, кг
	А	Б	В		
5	+0,1 -0,2			0,1963	0,154
5,5				0,2376	0,186
6				0,2827	0,222
6,3				0,3117	0,245
6,5				0,3318	0,260
7	+0,1 -0,5	+0,3 -0,5		0,3848	0,302
8				0,5027	0,395
9				0,6362	0,499
10				0,7854	0,616
11				0,9503	0,746
12	+0,1 -0,3			1,131	0,888
13				1,327	1,04
14				1,539	1,21
15				1,767	1,39
16				2,011	1,58
17				2,270	1,78
18				2,545	2,00
19				2,835	2,23
20	+0,1 -0,4	+0,2 -0,5	+0,4 -0,5	3,142	2,47
21				3,464	2,72
22				3,801	2,98
23				4,155	3,26
24				4,524	3,55
25	4,909	3,85			
26	+0,1 -0,4		+0,3 -0,7	5,307	4,17
27				5,726	4,50
28				6,158	4,83
29				6,605	5,18

30				7,069	5,55
31				7,548	5,92
32				8,042	6,31
33				8,533	6,71
34	+0,1	+0,2		9,079	7,13
35	-0,5	-0,7		9,621	7,55
36				10,18	7,99
37				10,75	8,44
38			+0,4	11,34	8,90
39			-0,7	11,95	9,38
40				12,57	9,86
41				13,20	10,36
42				13,85	10,88
43				14,52	11,40
44				15,20	11,94
45				15,90	12,48
46				16,62	13,05
47				17,35	13,61
48				18,10	14,20
50				19,64	15,42
52				21,24	16,67
53	+0,1	+0,2	+0,4	22,06	17,32
54	-0,7	-1,0	-1,0	22,89	17,97
55				23,76	18,65
56				24,63	19,33
58				26,42	20,74
60				28,27	22,19
62				30,19	23,70
63				31,17	24,47
65				33,18	26,05
67	+0,1	+0,3	+0,5	35,26	27,68
68	-0,9	-1,1	-1,1	36,32	28,51
70				38,48	30,21
72				40,72	31,96
75				44,18	34,68
78				47,78	37,51
80				50,27	39,46
82				52,81	41,46
85				56,74	44,54
87	+0,3	+0,3	+0,5	59,42	46,64
90	-1,1	-1,3	-1,3	63,62	49,94
92				66,44	52,16
95				70,88	55,64
97				73,86	57,98
100				78,54	61,65
105	-	+0,4	+0,6	86,59	67,97
110		-1,7	-1,7	95,03	74,60
115				103,87	81,54
120				113,10	88,78
125				122,72	96,33
130				132,73	104,20
135	-	+0,6	+0,8	143,14	112,36
140		-2,0	-2,0	153,94	120,84
145				165,10	129,60
150				176,72	138,72

155				188,60	148,05
160				201,06	157,83
165				213,72	167,77
170				226,98	178,18
175	-	-	+0,9	240,41	188,72
180			-2,5	254,47	199,76
185				268,67	210,91
190				283,53	222,57
195				298,50	234,32
200				314,16	246,62
210				346,36	271,89
220				380,13	298,40
230	-	-	+1,2	415,48	326,15
240			-3,0	452,39	355,13
250				490,88	385,34
260	-	-	+2,0	530,66	416,57
270			-4,0	572,26	449,22

8. Прокат изготавливают длиной:

от 2 до 12 м – из углеродистой обыкновенного качества (ГОСТ 380-92) и низколегированной стали (ГОСТ 4543-71);

от 2 до 6 м – из качественной углеродистой (ГОСТ 1050-88) и легированной стали;

от 1,5 до 6 м – из высоколегированной стали (ГОСТ 5632-72).

9. По требованию потребителя прокат изготавливают длиной от 2 до 24 м.

10. Предельные отклонения по длине проката мерной и кратной мерной длины не должны превышать:

+30 мм – при длине до 4 м включ.;

+50 мм – при длине св. 4 м до 6 м включ.;

+70 мм – при длине свыше 6 м.

По требованию потребителя предельные отклонения не должны превышать:

+40 мм – для проката длиной св. 4 до 7 м;

+5 мм на каждый метр длины – свыше 7 м.

Таблица П35

Допуски на длину заготовок				
Размеры, мм				
Диаметр или сторона квадрата	Допуски (\pm) при длине заготовки			
	До 300	300-600	600-1000	Св. 1000
При разрезке на пресс-ножницах				
До 25	До 0,8	0,8 - 1	1 - 1,5	1,5 - 2
25-40	0,8 - 1	1 - 1,5	1,5 - 2	2 - 2,5
40-70	1 - 1,5	1,5 - 2	2 - 2,5	2,5 - 3
70-100	1,5 - 2	2 - 2,5	2,5 - 3	3 - 3,5
100-150	2 - 2,5	2,5 - 3	3 - 3,5	3,5 - 4
150-200	2,5 - 3	3 - 3,5	3,5 - 4	4 - 4,5
При разрезке в штампах на прессах				
До 10	0,5 - 0,6	0,6 - 0,7	0,7 - 0,8	0,8 - 0,9
10-20	0,6 - 0,7	0,7 - 0,8	0,8 - 0,9	0,9 - 1
20-30	0,7 - 0,8	0,8 - 0,9	0,9 - 1	1 - 1,2
30-40	0,8 - 0,9	0,9 - 1	1 - 1,1	1,2 - 1,5
При разрезке на дисковых, ленточных и ножовочных механических пилах				
До 50	0,8	0,8 - 1	1 - 1,3	1,3 - 1,5
50-70	0,8 - 1	1 - 1,3	1,4 - 1,5	1,5 - 1,8
70-100	1 - 1,3	1,3 - 1,5	1,5 - 1,8	1,8 - 2
100-130	1,2 - 1,4	1,4 - 1,6	1,6 - 1,8	1,9 - 2,1
130-160	1,3 - 1,5	1,5 - 1,8	1,8 - 2,0	2 - 2,5

Таблица П35

Затраты на механическую обработку, отнесенные к 1 т стружки, руб.

Отрасль машиностроения	Затраты на 1 т стружки	
	Текущие	Капитальные
По машиностроению в целом	495	1085
Тяжелое, энергетическое и транспортное	468	1039
Станкостроение и инструментальная промышленность	365	1035
Автомобильное и сельскохозяйственное машиностроение	188	566
Машиностроение для легкой и пищевой промышленности	563	1000
По прочим отраслям машиностроения	1060	2213

Таблица П37

Физико-механические характеристики материалов

Марка материала	σ_b , Мпа	НВ	Марка материала	σ_b , Мпа	НВ
Сталь ст. 3	370-480	-	сталь 18ХГТ	730	217
Сталь ст. 5	500-690	-	сталь 12ХНЗА	740	217
сталь 10	330	143	сталь 40ХН	770	229
сталь 15	370	149	сталь 20ХМ	600	179
сталь 20	410	163	сталь 38ХА	690	207
сталь 30	490	179	сталь 20ХН2М	760	229
сталь 40	570	187-217	СЧ18	176	199
сталь 45	600	197-229	СЧ30	294	213
сталь 40Х	700	197-229	КЧ30-6	290	163
сталь 30ХГСА	750	229	ВЧ42-12	420	170
сталь ШХ 15	600-750	179-207	ВЧ50-7	490	206

Таблица П38

Плотность материалов

Сталь конструкционная	$\rho = 7,85 \text{ г/см}^3$
Чугун серый	$\rho = 7,0 - 7,2 \text{ г/см}^3$
Чугун ковкий и высокопрочный	$\rho = 7,2 - 7,4 \text{ г/см}^3$
Алюминиевые сплавы	$\rho = 2,7 - 2,8 \text{ г/см}^3$
Бронзы	$\rho = 8,0 - 9,1 \text{ г/см}^3$
Латуни	$\rho = 8,1 - 8,85 \text{ г/см}^3$

Примерный перечень тем курсовых проектов

1. Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Вал шлицевой».
2. Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Гайка».
3. Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Шестерня фартука».
4. Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Переходник».
5. Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Зубчатое колесо».
6. Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Крышка штуцера».
7. Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Упор».
8. Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Кольцо подшипника наружное».
9. Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Кольцо подшипника внутреннее».
10. Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Вал».
11. Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Шток».
12. Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Ось».
13. Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Винт».
14. Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Муфта».
15. Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Гайка накидная».
16. Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Пята».
17. Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Фланец».
18. Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Штуцер».
19. Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Кулачок».
20. Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Опора».
21. Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Стакан».
22. Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Рычаг».
23. Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Корпус подшипника».
24. Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Кронштейн правый».

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

выполнения курсового проекта

Обучающимся ___ курса _____ группы _____
 Фамялия, И.О.

По теме _____

№ этапа работы	Содержание этапов работы	Плановый срок выполнения этапа	Планируемый объем выполнения этапа, %	Отметка о выполнении этапа

Обучающийся _____ *подпись* _____ И.О. Фамялия

00.00.0000 г.

Руководитель _____ *подпись* _____ И.О. Фамялия

00.00.0000 г.

Тема КП: «Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Муфта»

Введение

Актуальность темы заключается в том, что деталь «Муфта» является типовой деталью (очень часто используемой в машиностроительном производстве), поэтому проектирование технологического процесса изготовления подобной детали осуществляется, как правило, на каждом машиностроительном предприятии.

Проблема исследования заключается в том, что нельзя спроектировать технологический процесс механической обработки детали «Муфта» однозначно. Маршруты обработки могут быть разными. Важно выбрать из массы альтернативных вариантов самый оптимальный технологический процесс, с учетом имеющегося технологического потенциала и возможностей снижения технологической себестоимости изготовления детали.

Цель исследования: ознакомиться с существующим технологическим процессом производства детали «Муфта», оценить его эффективность с технологической и экономической точек зрения и, при необходимости, внести коррективы в маршрут обработки, чтобы улучшить технико-экономические показатели работы предприятия.

Объект исследования: проблема повышения эффективности машиностроительного производства за счет технологических инноваций.

Предмет исследования: технологический процесс механической обработки детали типа «Муфта».

Гипотеза исследования: эффективность машиностроительного производства повысится, если будет спроектирован технологический процесс механической обработки детали типа «Муфта», адекватный имеющемуся технологическому потенциалу предприятия и современному состоянию науки «Технология машиностроения».

Задачи исследования:

1. Описать деталь типа «Муфта», ее служебное назначение и условия ее работы в сборочной единице.
2. Произвести анализ технологичности детали, обосновать выбор метода получения заготовки, рассчитать припуски аналитическим методом.
3. Сделать технологический расчет, составить схему базирования детали.
4. Составить технологический процесс обработки детали и выполнить расчет режимов резания и норм времени на операции.
5. Спроектировать и рассчитать специальное приспособление для любой операции.

Методы исследования:

- анализ геометрической формы детали и ее технологичности;
- изучение ее служебного назначения и условий работы;
- расчеты припусков, режимов резания, норм времени на операции;
- расчет специального приспособления.

Практическая значимость исследования: заключается в том, что спроектированный технологический процесс механической обработки детали типа «Муфта» может быть реализован на любом машиностроительном предприятии, так как он обеспечивает достижение качества изготовления детали при невысокой технологической себестоимости.

Структура работы: соответствует логике исследования и включает в себя введение, теоретическую часть, конструкторскую часть, заключение, список источников и литературы, графическую часть и 2 приложения (ОК и МК).



Приложение 42

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ САМАРСКОЙ
ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОЛЛЕДЖ»**

ПМ 01 Разработка технологических процессов изготовления деталей машин

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

НАЗВАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

**МДК 01.01 Технологические процессы изготовления деталей машин
специальность *151901 Технология машиностроения по базовой подготовке***

Студент *по дпись* И.О. Фамилия

00.00.0000 г.

Оценка выполнения и защиты курсовой работы

Руководитель *подпись* Н.В. Алябьева

00.00.0000 г.

Город, год

ГБОУ СПО «ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОЛЛЕДЖ»

ЗАДАНИЕ

НА ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

МДК 01.01 «Технологические процессы изготовления деталей машин»
специальности 151901 *Технология машиностроения*

Обучающийся _____ курс _____ группа № _____

ТЕМА КУРСОВОГО ПРОЕКТА: _____

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ: эскиз детали, материал детали, годовой объем выпуска.

Структура и содержание пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов):

- титульный лист;
- задание;
- содержание;
- аннотация;
- введение;
- характеристика объекта проектирования:

1. Технологическая часть

- 1.1 Описание детали.
- 1.2 Материал детали и его свойства.
- 1.3 Служебное назначение, условия работы детали.
- 1.4 Анализ технологичности детали.
- 1.5 Обоснование выбора метода получения заготовки.
- 1.6 Определение и расчет припусков аналитическим методом (2-х операций).
- 1.7 Разработка технологического расчета и схем базирования.
- 1.8 Составление плана обработки (оборудование, приспособление, режущий, мерительный инструмент).
- 1.9 Формирование структуры технологического процесса.
- 1.10 Расчет режимов резания аналитическим методом для двух разнохарактерных операций.
- 1.11 Расчет нормы времени для двух разнохарактерных операций.

2. Конструкторская часть

- 2.1 Разработка конструкции приспособления.
- 2.2 Расчет приспособления на точность.
- 2.3 Силовой расчет приспособления.

Заключение.

Список источников и литературы.

3. Графическая часть

- 3.1 Чертеж детали.
- 3.2 Чертеж заготовки.
- 3.3 Технологический процесс изготовления детали.
- 3.4 Карта наладок на 2-3 операции.
- 3.5 Чертеж приспособления.

Приложение 1 Маршрутная карта с указанием выбранного оборудования, режущего инструмента, приспособления и переходов обработки – на 2 операции.

Приложение 2 Операционная карта с указанием выбранного оборудования, режущего инструмента, приспособления и переходов обработки – на 2 операции.

ДАТА ВЫДАЧИ ЗАДАНИЯ «___» _____ 20__ г.

РУКОВОДИТЕЛЬ _____

ЗАДАНИЕ К ИСПОЛНЕНИЮ ПРИНЯЛ «___» _____ 20__ г.

СТУДЕНТ _____

Требования к оформлению списка источников и литературы

Книга с указанием одного, двух и трех авторов

Фамилия, И.О. одного автора (или первого). Название книги: сведения, относящиеся к заглавию (то есть сборник, руководство, монография, учебник и т.д.) / И.О. Фамилия одного (или первого), второго, третьего авторов; сведения о редакторе, составителе, переводчике. – Сведения о переиздании (например: 4-е изд., доп. и перераб.). – Место издания: Издательство, год издания. – количество страниц.

Пример:

1. Горбачевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Вышш. школа, 2008. – 232 с.
2. Худобин Л. В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения, 2009.
3. Косилова А. Г. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: Справочник технолога/ Мещеряков Р. К., Калинин М. А.. М.: Машиностроение, 2007. – 288 с.
4. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. – 7-е изд. – М.: Машиностроение, 2009. – 303 с.

Книги, имеющие более трех авторов Коллективные монографии

Название книги: сведения, относящиеся к заглавию / И.О. Фамилия одного автора с добавлением слов [и др.]; сведения о редакторе, составителе, переводчике. – Сведения о произведении (например: 4-е изд., доп. и перераб.). - Место издания: Издательство, год издания. – Количество страниц.

Пример:

1. Гигиена малых и средних городов / А.В. Иванов [и др.]. – 4-е изд., доп. - Киев: Здоров'я, 1976. - 144 с.

Сборник статей, официальных материалов

Пример:

1. Социальные льготы: сборник / сост. В. Зинин. – М.: Соц. защита, 2000. – Ч.1. – 106 с.
2. Оценка методов лечения психических расстройств: доклад ВОЗ по лечению психических расстройств. - М.: Медицина, 1993. - 102 с.

Многотомное издание. Том из многотомного издания

Пример:

1. Толковый словарь русского языка: в 4 т. / под ред. Д.Н. Ушакова. – М.: Астрель, 2000. – 4 т.

2. Регионы России : в 2 т. / отв. ред. В.И. Галицин. – М.: Госкомстат, 2000. – Т.1. – 87 с.

Материалы конференций, совещаний, семинаров

Заглавие книги: сведения о конференции, дата и год проведения / Наименование учреждения или организации (если название конференции без указания организации или учреждения является неполным); сведения о редакторе, составителе, переводчике. – Город: Издательство, год издания. – Количество страниц.

Пример:

1. Международная коммуникация : тез. докл. и сообщ. Сиб.-фр. Семинар (Иркутск, 15-17 сент. 1993 г.). – Иркутск: ИГПИИЯ, 1993. – 158 с.

Патентные документы

Обозначение вида документа, номер, название страны, индекс международной классификации изобретений. Название изобретения / И.О. Фамилия изобретателя, заявителя, патентовладельца; Наименование учреждения-заявителя. – Регистрационный номер заявки; Дата подачи; Дата публикации, сведения о публикуемом документе.

Пример:

1. Пат. № 2131699, российская Федерация, МПК А61 В 5/117. Способ обнаружения диатомовых водорослей в крови утонувших / О.М. Кожова, Г.И. Клобанова, П.А. Кокорин ; заявитель и патентообладатель Науч.-исслед. Ин-т биологии при Иркут. Ун-те. - № 95100387; заявл. 11.01.95; опубл. 20.06.99, Бюл. №17. – 3 с.

СТАТЬИ

...из книг (сборников)

Фамилия И.О. одного автора (или первого). Заглавие статьи : сведения, относящиеся к заглавию / И.О. Фамилия одного (или первого), второго и третьего авторов // Заглавие документа : сведения относящиеся к заглавию/ сведения о редакторе, составителе, переводчике. – Место издания, год издания. – Первая и последняя страницы статьи.

Пример:

1. Кундзык Н.Л. Открытые переломы костей кисти / Н.Л. Кундзык // Медицина завтрашнего дня: конф. – Чита, 2003. – С.16-27.

Если авторов более трех...

Заглавие статьи / И.О. Фамилия первого автора [и др.] // Заглавие документа: сведения, относящиеся к заглавию/ сведения о редакторе, составителе, переводчике. – Место издания, год издания. – Первая и последняя страницы статьи.

Пример:

1. Эпидемиология инсульта / А.В. Лыков [и др.] // Медицина завтрашнего дня : материалы конф. – Чита, 2003. – С.21-24.
- 2.

...из журналов

При описании статей из журналов приводятся автор статьи, название статьи, затем ставятся две косые черты (//), название журнала, через точку-тире (.-) год, номер журнала, часть, том, выпуск, страницы, на которых помещена статья. При указании года издания, номера журнала используют арабские цифры.

Если один автор:

Пример:

1. Трифонова И.В. Вариативность социальной интерпретации феномена старения // Клиническая геронтология. – 2010. – Т.16, № 9-10. – С.84-85.

Если 2-3 автора:

Пример:

1. Шогенов А.Г. Медико-психологический мониторинг / А.Г. Шогенов, А.М. Муртазов, А.А. Эльгаров // Медицина труда и промышленная экология. – 2010. - №9. – С.7-13

Если авторов более трех:

Пример:

1. Особенности эндокринно-метаболического профиля / Я.И. Бичкаев [и др.] // Клиническая медицина. – 2010. - №5ю – С.6-13.

Описание электронных ресурсов

Твердый носитель

Фамилия И.О. автора (если указаны). Заглавие (название) издания [Электронный ресурс]. – Место издания: Издательство, год издания. – Сведения о носителе (CD-Rom,DVD-Rom)

Пример:

1. Медицина: лекции для студентов. 4 курс [Электронный ресурс]. – М., 2005. – Электрон. опт. диск (CD-Rom).

Сетевой электронный ресурс

Фамилия И.О. автора (если указаны). Название ресурса [Электронный ресурс]. – Место издания: Издательство, год издания (если указаны). – адрес локального сетевого ресурса (дата просмотра сайта или последняя модификация документа).

Пример:

1. Шкловский И. Разум, жизнь, вселенная [Электронный ресурс] / И. Шкловский. – М.: Янус, 1996. – Режим доступа: [http:// www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) (21 сент. 2009).

**Наиболее часто употребляемые сокращения слов и словосочетаний
в библиографическом описании документов**

В названии места издания:

Москва - М.

Санкт – Петербург – СПб.

Ростов-на-Дону – Ростов н/Д.

Ленинград – Л.

Название других городов приводится полностью.

В продолжающихся и сериальных изданиях:

Труды-Тр.

Известия – Изв.

Серия – Сер.

Том – Т.

Часть-Ч.

Выпуск – Вып.

Алябьева Наталья Владимировна

Преподаватель специальных дисциплин

ГБОУ СПО «ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОЛЛЕДЖ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

МДК 01.01 Технологические процессы изготовления деталей машин

Специальность: 151901 Технология машиностроения

МДК 04.01 Технологические процессы изготовления деталей машин

Специальность: 051001 Профессиональное обучение (по отраслям)

Специализация: 151901 Технология машиностроения

ДЛЯ СТУДЕНТОВ ОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Самара, 2014 г.